

## ANALISIS PENGEMBANGAN UNIT PRODUKSI CONBLOCK DAN PAVING BLOCK BERBASIS LIMBAH BATUBARA DALAM RANGKA Mendukung PEMBANGUNAN RUMAH MURAH

### Development of Production Unit of Conblock and Paving Block Using Waste from Burnt Coal to Support the Supply of Low-Cost Housing

<sup>1</sup>Anita Firmanti, <sup>2</sup>Aventi, <sup>3</sup>Dany Cahyadi, <sup>4</sup>Aan Sugiarto, <sup>5</sup>Bambang Sugiharto,  
<sup>6</sup>Bambang Subiyanto

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum  
Jl. Panyaungan, Cileunyi Wetan-Kabupaten Bandung 40393

<sup>6</sup> Pusat Inovasi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)  
Jl. Jenderal Gatot Subroto No. 10, Jakarta Selatan

<sup>1</sup>E-mail : danycahyadi@puskim.pu.go.id

<sup>2</sup>E-mail : aventi\_kusuma@yahoo.co.id

<sup>3</sup>E-mail : anitafirman150660@gmail.com

<sup>4</sup>E-mail : aansugiarto@telkom.net

<sup>5</sup>E-mail : bambangbob@gmail.com

<sup>6</sup>E-mail : subyanto@cbn.net.id

Diterima : 24 Februari 2012 ; Disetujui : 22 Maret 2012

#### Abstrak

*Fly-ash dan bottom ash yang merupakan hasil samping (by-product) pada pembakaran batubara untuk energi dapat dimanfaatkan untuk conblock maupun paving block yang memenuhi SNI. Selain dilakukan validasi terhadap kualitas produk yang dihasilkan, untuk mengetahui kelayakan juga dilakukan analisis pasar, analisis keekonomian dan finansial serta dilakukan analisis lingkungan pengembangan conblock dan paving block yang diproduksi dengan peralatan semi masinal maupun full-machinal. Hasil analisis pasar menunjukkan bahwa unit produksi bahan bangunan yang dikembangkan sangat prospektif terutama bila dikaitkan dengan kebutuhan pembangunan rumah dan jalan lingkungan. Berdasarkan analisis NPV, IRR, BEP dan PI diketahui bahwa unit produksi bahan bangunan yang dikembangkan terutama yang dengan full-machinal sangat menguntungkan. Hasil analisis lingkungan menunjukkan bahwa beton/bata fly-ash atau bottom ash tidak berbahaya yang didukung pula dari nilai uji TCLP yang menunjukkan nilai terlarut di bawah baku mutu yang disyaratkan.*

**Kata Kunci :** Conblock, paving block, fly-ash, bottom ash, feasibility study

#### Abstract

*Fly-ash and bottom ash as by product of fired coal in industry could be utilized as concrete block and paving block that conform to Indonesian National Standard (SNI). Beside validation of the product to the previous research, the feasibility study on the development of conblock and paving block with semi-machinal and full-machinal have been conducted through market analysis, economy and financial analysis as well as environmental analysis. Based on the market analysis, the data showed that development of building materials using fly-ash or bottom ash in related to housing and road development is a prospective project. The NPV, IRR, BEP and PI analysis gave a figure that such developed unit is beneficial especially the one using full-machinal production system. Environmental analysis showed that concrete block or brick made of fly-ash or bottom ash is classified as non-hazardous material supported by the data of TCLP.*

**Keywords :** Concrete block, paving block, fly-ash, bottom-ash, feasibility study

#### PENDAHULUAN

Melalui berbagai kebijakan yang dilatarbelakangi semakin menipisnya ketersediaan bahan bakar minyak, pemerintah memberikan dorongan untuk menggantikan bahan bakar minyak menjadi bahan bakar batubara pada industri. Pada tahun 2005 penggunaan batubara sebagai bahan energi pada PLTU saja mencapai 25,13 juta ton dan secara

keseluruhan mencapai 35,34 juta ton (Puslitbang Tekmira, 2006). Kontribusi batubara untuk energi listrik dan energi campur menurut Suryatono (2004) diperkirakan akan terus meningkat dan pada tahun 2015 diperkirakan mencapai 57 juta ton untuk energi listrik dan 70 juta ton untuk energi campur. Pembakaran batu bara untuk energi menghasilkan limbah yang dikenal sebagai fly-ash dan bottom-ash. Pemanfaatan fly-ash yang

merupakan limbah sebagai bahan bangunan akan dapat mengurangi pemanfaatan sumberdaya alam secara berlebihan dan juga menghemat penggunaan energi. Penggunaan 25% *fly-ash* untuk campuran semen dapat menghemat energi sebanyak 20% sedangkan bahan pozolan kapur menghemat energi hingga 75% (Jha & Prasad, 2011). Di PT PLN Tanjung Jati B saat ini dihasilkan tidak kurang dari 40.000 ton *fly-ash* dan *bottom-ash* dan akan meningkat secara signifikan dalam waktu tidak terlalu lama. Limbah berupa *fly-ash* dan *bottom-ash* tersebut apabila tidak dimanfaatkan akan menumpuk dan dapat mencemari lingkungan (Pusat Litbang Permukiman, 2010).

Di sisi lain, berbagai studi telah dilakukan untuk memanfaatkan *fly-ash* maupun *bottom-ash* sebagai bahan bangunan. Pusat Litbang Permukiman telah memulai pemanfaatan *fly-ash* sebagai bahan bangunan sejak tahun 1987. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *fly-ash* dapat dimanfaatkan sebagai bahan pozolan yang dapat dicampur dengan semen dan agregat dalam pembuatan komponen bangunan seperti bata beton dan produk lain maupun sebagai bahan campuran semen. Secara teknis-teknologis pemanfaatan *fly-ash* sebagai bahan bangunan tidak terlalu rumit dan dapat dilakukan oleh industri besar maupun kecil. Dikaitkan dengan kebutuhan rumah yang sangat besar saat ini dimana menurut BPS *back-log* pembangunan rumah mencapai 11,2 juta unit pada tahun 2011 dan kebutuhan rumah per tahun tidak kurang dari 800 ribu unit, maka upaya pemanfaatan *fly-ash* sebagai bahan bangunan akan dapat mendukung upaya penghematan sumberdaya alam yang besar.

Namun, dalam PP Nomor 85 Tahun 1999 tentang limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), *fly-ash* dan *bottom-ash* masuk dalam kategori limbah B3 karena mengandung oksida logam berat yang akan mengalami pelindihan secara alami dan mencemari lingkungan (PP Nomor 85 tahun 1999).

Dengan adanya jumlah limbah pembakaran batubara berupa *fly-ash* dan *bottom-ash* yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan sementara kebutuhan pembangunan rumah sangat tinggi, maka diperlukan adanya kajian teknis-ekonomis serta lingkungan di daerah sekitar pembangkit listrik yang menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya. Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif maka kajian ini difokuskan untuk daerah di sekitar PLN Tanjung Jati B-Jepara. Kegiatan pengkajian ini meliputi validasi teknis teknologis, keekonomian, pembiayaan juga analisis terhadap lingkungan. Hasil validasi teknis berupa hasil uji kuat tekan conblock yang dikembangkan

dengan menggunakan komposisi campuran 1:6, 1:8 dan 1:10 masuk dalam klasifikasi conblock kelas II, III dan IV secara berurutan (SNI 03-0349-1989). Sedangkan hasil uji paving block dengan komposisi 1:3, 1:4 dan 1:5 masuk dalam kategori B, C dan D (SNI 03-0691-1996). Pada penelitian ini nilai pada perbandingan nilai 1 merupakan jumlah semen dengan variasi agregat yang terdiri atas campuran pasir dan *fly-ash* dan *bottom-ash* (Pusat Litbang Permukiman, 2011). Berdasarkan hasil validasi teknis di atas yang telah memenuhi standar, maka dilanjutkan kajiannya untuk validasi ekonomisnya. Oleh karena itu pada karya tulis ini pembahasan dititikberatkan pada analisis keekonomian dan lingkungan. Tujuan pengkajian ini adalah untuk mengetahui kemanfaatan teknis-ekonomis termasuk dampak lingkungan dari pemanfaatan *fly-ash* sebagai bahan bangunan,

## METODE PENGKAJIAN

Sebagaimana diuraikan di atas bahwa unit produksi bahan bangunan berbasis *fly-ash* yang dikembangkan memanfaatkan bahan baku dari PT. PLN Tanjung Jati B di Jepara, data yang diperlukan pada kajian ini didapatkan dengan melakukan survei di Kabupaten Jepara. Dengan ketentuan bahwa perhitungan pemasaran dibatasi hingga 80 km dari Kabupaten Jepara.

### Analisis Pasar

Dalam pengembangan bahan bangunan, diperlukan data perkiraan kebutuhan bangunan di lokasi studi. Untuk memperkirakan kebutuhan bahan bangunan dilakukan survei di daerah sekitar Jepara. Data dikumpulkan melalui pengumpulan data sekunder dari buku Jawa Tengah Dalam Angka Tahun 2010, data yang diambil adalah jumlah rumah tangga dan jumlah rumah yang terbangun.

Untuk setiap kabupaten/kota berdasarkan data statistik yang ada, kebutuhan rumah dihitung berdasarkan jumlah rumah tangga dikurangi jumlah rumah. Perhitungan kebutuhan dalam jangka panjang dihitung berdasarkan akumulasi angka pertumbuhan penduduk di berbagai kota/kabupaten yang berjarak kurang dari 80 km dari Jepara.

Selain dilakukan analisis perkiraan kebutuhan rumah, untuk mendapatkan gambaran kompetitor produk yang akan dikembangkan dilakukan pengambilan contoh produk berupa conblock dan paving block yang sudah ada di pasaran di setiap kota/kabupaten. Lokasi pengambilan contoh ditentukan berdasarkan data dari perindustrian yang dilengkapi dengan pertimbangan wilayah tengah, bagian utara, selatan, barat dan timur. Pada setiap lokasi diambil produk sebanyak 3 buah

produk berupa conblock dan paving block secara acak dan dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium. Disamping itu dilakukan pula survei untuk pengumpulan data harga, jumlah produksi, asal bahan baku.

**Analisis Keekonomian**

Kelayakan ekonomi pengembangan bahan bangunan lokal berbasis *fly-ash* mencakup penyusunan anggaran investasi, struktur dan sumber pembiayaan proyek yang akan dibangun, perkiraan jumlah standar biaya produksi, kemampuan proyek menghasilkan keuntungan dan analisis *break event point*. Hasil dari analisis kelayakan ekonomi selanjutnya diujicobakan untuk unit produksi semi masinal dan *full-machinal*. Untuk melengkapi, analisis juga dilakukan bila dukungan finansial yang akan dikembangkan menggunakan model koperasi atau Kelompok Usaha Bersama dari industri bahan bangunan yang diaplikasikan secara konvensional pada pembangunan rumah bagi masyarakat berpenghasilan menengah ke bawah. Metode untuk mengetahui apakah pengembangan bahan bangunan dari *fly-ash* ini menguntungkan atau tidak digunakan metode *discounted cash-flow* dimana nilai waktu uang diperhatikan dengan menghitung (Sutojo, 2000) :

1. *Net present value* (NPV);
2. *Internal rate of return* (IRR);
3. *Profitability index* (PI).

Dari nilai NPV, IRR dan PI dapat ditentukan apakah suatu proyek sebaiknya dilaksanakan atau tidak. Proyek tidak layak bila memiliki nilai NPV negatif, IRR lebih kecil daripada tingkat bunga pinjaman dan PI lebih kecil daripada 1 (Haming dan Basalamah, 2010). Dalam analisis kelayakan proyek perlu dilakukan perhitungan *break event point* (BEP) untuk mengetahui mulai kapan proyek mencapai suatu kondisi tidak merugikan sekaligus tidak menguntungkan.

**Analisis Lingkungan**

Mengingat bahwa limbah batubara dikategorikan sebagai limbah B3 maka dilakukan pula uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Kajian lingkungan dilengkapi kajian literatur peraturan tentang penggunaan *fly-ash* pada bangunan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan kajian dari peta Jawa Tengah maka kota-kota yang terpilih untuk lokasi studi ini adalah Kabupaten Jepara, Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus, Kabupaten Pati, Kabupaten Semarang, dan Kabupaten Rembang.

**Prospek Pemasaran Produk**

Dalam membangun rumah, kebutuhan akan bahan bangunan menempati biaya yang tertinggi dari

biaya konstruksi. Berdasarkan data hasil studi diketahui bahwa di negara berkembang biaya untuk bahan bangunan menempati tidak kurang dari 70% biaya konstruksi rumah tinggal dengan bagian terbesarnya untuk dinding (Turin, 1969). Dari berbagai studi terdahulu diketahui bahwa masyarakat pada umumnya masih menyukai konstruksi pasangan (*masonry building*) terutama dengan bata merah dibandingkan dengan konstruksi lainnya karena faktor sosial budaya (Ministry of Construction Japan, 1988). Mengingat bahan untuk pembuatan bata adalah tanah liat yang merupakan bahan alam yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable material*) serta dengan kebutuhan pembangunan yang terus meningkat, maka ketersediaan bahan baku untuk pembuatan bata merah terus berkurang sehingga harga bata merah semakin mahal.

Bata beton (conblock) merupakan bata yang terbuat dari campuran semen dan pasir yang penggunaannya dapat menggantikan bata merah. Analisis yang dilakukan oleh Pusat Litbang Permukiman pada awal-awal pengembangan conblock di Indonesia untuk pembangunan rumah Perum Perumnas diketahui bahwa harga dinding dengan conblock lebih ekonomis dibandingkan dengan dinding bata merah (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1987). Untuk dapat mengetahui kebutuhan conblock di masa-masa mendatang telah dilakukan analisis berdasarkan data yang tertera dalam Buku Daerah Dalam Angka Pemerintah Propinsi Jawa Tengah (2011). Data statistik jumlah rumah tangga di Kabupaten dan Kota sekitar Jepara dapat dilihat pada tabel 1. Kabupaten dan kota-kota yang ada di sekitar Jepara dapat dikatakan hampir merata jumlah rumah tangganya kecuali Kabupaten Semarang dan Kabupaten Pati.

**Tabel 1** Jumlah Rumah Tangga di Wilayah Jepara dan Sekitarnya

Kabupaten	Tahun		
	2007	2008	2009
Jepara	274624	275937	285516
Kendal	248698	254781	264067
Semarang	352929	373920	413806
Kudus	182466	183672	185400
Pati	334182	341002	347961
Rembang	156412	159151	162057
Total	1549311	1588463	1658807

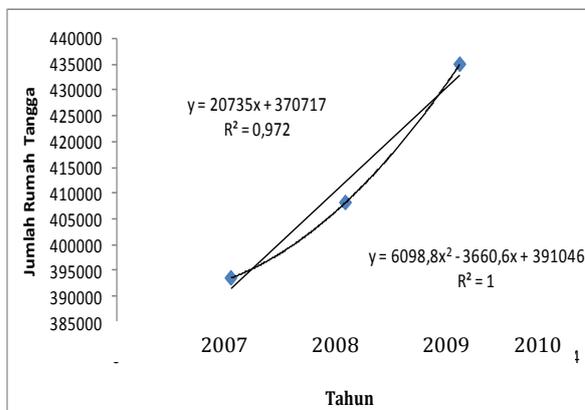
Sumber : Jawa Tengah Dalam Angka (2011)

Untuk memperkirakan jumlah kebutuhan bahan dinding untuk pembangunan rumah di masa mendatang, berdasarkan jumlah rumah tangga di atas dan dibandingkan dengan rumah yang sudah ada, dilakukan analisis regresi dengan hasil sebagaimana terlihat pada gambar 1. Dari gambar 1 tersebut terlihat bahwa prediksi jumlah rumah tangga di kota/kabupaten sekitar Jepara

berkembang mengikuti *trend* kwadratik daripada linear dengan memperhatikan nilai koefisien determinasi yang lebih tinggi yaitu  $r^2 = 1$ . Diperkirakan pada tahun 2014 mendatang jumlah rumah yang harus dibangun sebesar 852.116 unit.

Bila diperkirakan rumah yang dibangun adalah rumah sederhana tipe 36 (sebagaimana amanat Undang-undang Perumahan dan Kawasan Permukiman Nomor 1 tahun 2011) dan dari jumlah rumah yang dibangun 20 % menggunakan conblock, maka pada tahun 2014 potensi pasar yang ada sebesar 272.677.120 buah.

Untuk paving block, perhitungan kebutuhan didasarkan pada panjang jalan lingkungan yang ada.



**Gambar 1** Jumlah Rumah yang Harus Dibangun di Kabupaten Sekitar Jepara

Pembangunan jalan lingkungan di perkotaan sebagian besar menggunakan paving block karena jalan dengan paving block lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan jalan beraspal. Pada jalan lingkungan yang menggunakan paving block air hujan masih dapat meresap ke dalam tanah sehingga *surface run-off* dapat dikurangi. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka diasumsikan bahwa 50 % trotoar jalan kota selebar 2 m dibangun dengan menggunakan paving block maka kebutuhan paving block secara keseluruhan adalah :

Jumlah luasan jalan yang potensial menggunakan paving block =  $0,5 \times 3.606.810 \times 2 = 3.606.810 \text{ m}^2$

Jumlah kebutuhan paving block =  $3.606.810 \times 28 = 100.990.680 \text{ buah}$

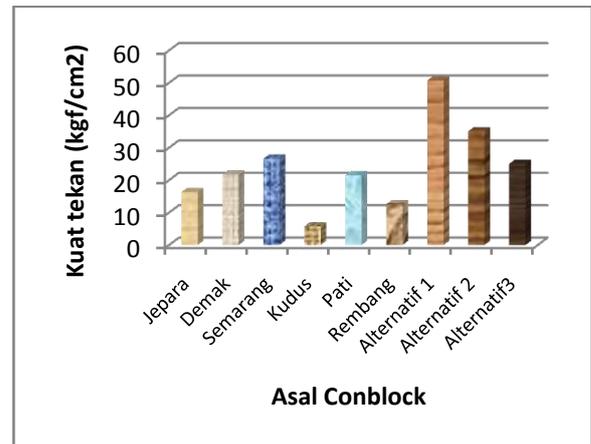
**Tabel 2** Panjang Jalan Lingkungan di Kabupaten Sekitar Jepara

No	Kabupaten/Kota	Panjang jalan (km)
1	Jepara	740,38
2	Demak	426,51
3	Semarang	638,52
4	Kudus	482,38
5	Pati	542,90
6	Rembang	776,12
Total		3606,81

Sumber : Jawa Tengah Dalam Angka (2011)

**Kompetitor dari Produk yang Akan Dikembangkan**

Untuk mengetahui kompetitor dari produk yang dikembangkan telah dilakukan survei terhadap kinerja conblock dan paving block di Jepara dan sekitarnya. Hasil pengujian conblock dan pembandingannya terhadap kualitas produk conblock yang dikembangkan dicantumkan pada histogram pada gambar 2.

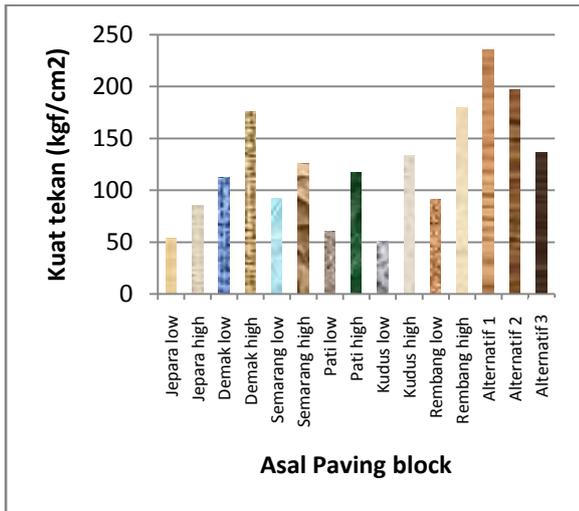


**Gambar 2** Kuat Tekan Conblock dari Kabupaten Sekitar Jepara Dibandingkan dengan Conblock yang Dikembangkan

Keterangan : Alternatif 1, 2 dan 3 Hasil Validasi Teknis (Pusat Litbang Permukiman, 2011).

Dari histogram tersebut terlihat bahwa kualitas conblock yang ada di pasaran kualitasnya jauh lebih rendah daripada yang dikembangkan baik untuk yang menggunakan campuran 1:6; 1:8 maupun 1:10.

Sedangkan untuk paving block, hasil pengujian kualitas paving block di pasaran sangat beragam untuk setiap kabupaten/kota yang merupakan lokasi studi. Gambar 3. memperlihatkan histogram kualitas paving block yang ada di pasaran maupun yang dikembangkan. Harga conblock di pasaran berkisar antara Rp. 2.900,- - Rp. 3.100,- perbuah.



**Gambar 3** Kuat Tekan Paving Block dari Kabupaten Sekitar Jepara Dibandingkan dengan Paving Block yang Dikembangkan  
Keterangan : Alternatif 1, 2 dan 3 Hasil Validasi Teknis (Pusat Litbang Permukiman, 2011)

Dari gambar 3 terlihat bahwa hanya di Rembang dan Demak diperoleh paving block yang memiliki kekuatan di atas kekuatan paving block yang dibuat dari campuran semen dan agregat 1:5. Sedangkan di lokasi lain semua paving block yang ada di pasaran lebih rendah daripada paving block yang dikembangkan dengan campuran semen dan agregat 1:5; 1:4 dan 1:3. Dengan adanya data tersebut maka dapat dikatakan bahwa paving block yang dikembangkan memiliki kompetitor yang lemah. Paving block yang ada di pasaran berharga Rp. 30.000,- - Rp. 40.000,- per m<sup>2</sup> (28-29 buah).

**Aspek Teknis Produksi Conblock dan Paving Block dari Bahan Berbasis Fly-ash**

Berdasarkan hasil validasi terhadap teknologi produksi conblock dan paving block yang memanfaatkan fly-ash (Pusat Litbang Permukiman, 2011) diperoleh data bahwa fly-ash dari PT. PLN Tanjung Jati B yang diambil dari tempat penyimpanan limbah di lapangan lebih baik berfungsi untuk agregat dibandingkan sebagai pengganti sebagian semen. Hasil validasi tersebut juga menunjukkan bahwa komposisi agregat yang terdiri atas pasir : fly-ash : bottom-ash sebesar 20% : 40% : 20% merupakan campuran yang terbaik. Sebagaimana terlihat pada gambar 2 dan gambar 3 di atas bahwa alternatif 3 untuk conblock maupun paving block menunjukkan kekuatan yang lebih baik daripada yang ditemukan di pasir dan juga masih memenuhi standar SNI maka dalam pembahasan aspek ekonomi akan menggunakan alternatif 3 yaitu campuran semen : agregat untuk conblock 1: 10 dan untuk paving block 1 : 5.

Terdapat tiga pilihan teknologi untuk menghasilkan conblock dan paving block, yaitu teknologi produksi conblock dan paving block

secara manual hanya dengan tenaga manusia, teknologi semi masinal menggunakan tenaga listrik untuk pencampuran dan pengepresan namun masih menggunakan tenaga manusia untuk proses lainnya dan yang terakhir dengan proses full-machinal artinya menggunakan tenaga listrik untuk seluruh proses baik pencampuran bahan baku, pengepresan maupun handling produknya. Produksi conblock dan paving block secara manual menggunakan alat sederhana dengan kapasitas sekitar 200 buah setiap hari untuk dua orang pekerja. Untuk semi masinal jumlah kapasitas produksinya adalah 1.500-2.000 buah perhari dengan jumlah pekerja 3 orang per mesin sedangkan untuk full-machinal dapat dihasilkan 10.000 buah dengan 6 orang tenaga kerja. Dengan memperhatikan jumlah bahan baku fly-ash yang ada, maka dalam studi ini produksi conblock dan paving block secara manual tidak dipilih dan dibahas dalam karya tulis ini.

**Analisis Aspek Ekonomi dan Finansial**

Perhitungan aspek ekonomi dan finansial dilakukan melalui perhitungan investasi untuk bangunan, peralatan dan juga biaya produksi bahan bangunan yang dikembangkan. Dalam perhitungan ini, digunakan biaya untuk produksi selama 3 (tiga) bulan dengan pertimbangan bahwa umur conblock atau paving block yang dikembangkan baru dapat dijual setelah berumur 28 hari. Tidak digunakan perhitungan biaya untuk persediaan lebih lama karena akan menambah harga jual yang jauh lebih besar. Analisis keekonomian untuk bahan yang dikembangkan dilakukan pada bahan bangunan yang dikembangkan dengan alat semi masinal maupun full-machinal. Perhitungan untuk conblock yang diproduksi secara semi masinal dan full-machinal jumlah produksi untuk semi masinal sebanyak 1.500 buah/unit mesin/hari sedangkan full-machinal sebanyak 9.000 buah perhari. Biaya investasi termasuk modal kerja untuk 3 bulan bagi conblock dengan dua sistem tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3** Biaya Investasi Produksi Conblock

No	Uraian	Biaya (x 1.000 rph)	
		Semi	Full
1.	Investasi peralatan (mixer, mesin press, alas dan alat bantu)	131.000	382.000
2.	Pematangan tanah dan fondasi	30.000	45.000
3.	Bangunan	129.600	147.600
4.	Instalasi listrik	20.000	30.000
5.	Modal kerja 3 bulan	369.000	1.112.600
Total		679.600	1.711.600

Perhitungan untuk paving block yang diproduksi secara semi masinal dihitung dengan kapasitas produksi 2.000 buah/mesin/hari, sedangkan yang full-machinal sebanyak 4.500 buah perhari. Dalam 1 tahun dihitung sebanyak 300 hari kerja efektif.

Untuk paving block biaya investasinya dapat dilihat pada tabel 4.

Analisis keekonomian dan finansial menggunakan perhitungan :

Bunga bank : 14 %  
 Biaya sendiri : 25% dari investasi  
 Pinjaman : 75 % dari investasi

**Tabel 4** Biaya Investasi Produksi Paving Block

No	Uraian	Biaya (x 1.000 rph)	
		Semi	Full
1.	Investasi peralatan (mixer, mesin press, alas dan alat bantu)	138.000	382.000
2.	Pematangan tanah dan fondasi	30.000	45.000
3.	Bangunan	129.600	147.600
4.	Instalasi listrik	20.000	30.000
5.	Modal kerja 3 bulan	181.500	209.187,5
	Total	499.100	721.287,5

Nilai harga jual, NPV, IRR, PI dan BEP untuk semua jenis bahan bangunan dapat dilihat pada tabel 5. Dari tabel tersebut terlihat bahwa conblock yang dibuat dengan semi masinal maupun *full-machinal* memiliki harga jual setelah keuntungan pabrik 10% dan pajak 10% hampir sama (Rp. 2.150,- -Rp. 2.200,-) dan masih lebih rendah daripada

harga jual conblock yang ada di pasaran (Rp. 2.900 – Rp. 3.100,-) yang kekuatannya jauh lebih rendah.

Dari analisis NPV untuk 9 tahun diketahui bahwa nilai sekarang (*present value*) pabrik conblock. Baik yang semi masinal maupun *full-machinal* memiliki nilai positif dengan nilai PV jauh di atas nilai investasi. IRR; yang merupakan tingkat keuntungan senyatanya dari proyek; dengan *discount rate* sebesar 14 % untuk conblock semi masinal mencapai 30,4 % sedangkan untuk yang *full-machinal* mencapai 62,2 %. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pengembangan bahan bangunan berupa conblock yang memanfaatkan *fly-ash* dari PT. PLN Tanjung Jati II akan lebih menguntungkan bila menggunakan teknik *full-machinal* daripada semi masinal. Hal tersebut juga didukung dari data PI yang menunjukkan nilai lebih besar pada *full-machinal* dibandingkan dengan semi masinal. Dengan nilai PI yang lebih dari 1 maka dapat dikatakan nilai investasi proyek cukup sehat (Sutojo, 2000). Kekurangan dari sistem *full-machinal* adalah perlu investasi yang hampir 3 kali semi masinal dan tenaga kerja yang diserap lebih sedikit serta perlu persyaratan khusus bagi operatornya.

**Tabel 5** Hasil Analisis Harga Jual, NPV, IRR, BEP dan PI Produksi Conblock dan Paving Block Berbahan Dasar Limbah Batubara

No.	Uraian	Harga Jual (rph)	NPV (rph)	Investasi	IRR (%)	BEP	PI
1.	Conblock semi masinal	2.160,-	1.212.687.435,-	679.600.000,-	30,4	4,1	1,78
2.	Conblock <i>full-machinal</i>	2.200,-	6.788.031.620,-	1.711.600.000,-	62,2	3,5	3,96
3.	Paving block semi masinal	895,-	670.605.390,-	499.100.000,-	21,9	3,8	1,34
4.	Paving block <i>full-machinal</i>	995,-	1.534.549.820,-	721.287.500,-	37,5	2,5	2,12

Untuk paving block yang dibuat dengan alat semi masinal lebih murah Rp. 100,- per buah daripada yang dibuat dengan alat *full-machinal* namun keduanya masih lebih murah daripada harga paving block yang dijual di pasaran (Rp.1.100 – Rp.1.450,-) dengan kekuatan yang jauh lebih rendah (lihat gambar 3).

Hasil analisis keekonomian paving block tidak jauh berbeda dengan conblock yaitu unit pengembangan paving block merupakan unit yang menguntungkan dilihat dari NPV untuk *discount rate* 14 % yang di atas nilai investasi. Dari perhitungan nilai keekonomian terlihat bahwa pengembangan dengan cara *full-machinal* lebih menguntungkan yang dibuktikan dari nilai IRR yang lebih besar, BEP yang lebih pendek dan nilai PI yang lebih besar pada pengembangan dengan *full-machinal* dibanding dengan semi masinal. Sebagaimana pada conblock, maka kekurangan pengembangan dengan sistem *machinal* membutuhkan investasi yang lebih besar, tenaga kerja yang diserap lebih sedikit serta

membutuhkan operator dengan persyaratan khusus.

### Aspek Lingkungan

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 18 tahun 1999, Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang disempurnakan pada PP Nomor 85 pada tahun yang sama disebutkan bahwa *fly-ash* dan *bottom ash* yang merupakan pembakaran batubara untuk industri (D223) masuk dalam kategori B3. Bila suatu bahan masuk dalam kategori B3 maka penanganannya harus sesuai dengan PP Nomor 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan B3. Untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat racun *fly-ash* telah dilakukan uji TCLP dengan hasil terlihat pada tabel 6. Liu et.al. (2009) melakukan uji emisi merkuri, emisi radon gas, juga uji TCLP dan menyatakan bahwa pada bata yang menggunakan *fly-ash* tidak ditemukan adanya emisi merkuri, juga tidak ditemukan emisi gas radon, kelarutan polutan yang tidak berarti pada bata yang terkena hujan dan hasil TCLP yang

memasukkan *fly-ash* sebagai *non-hazardous material*.

Hasil uji TCLP pada tabel 6 juga memperlihatkan nilai yang jauh lebih kecil daripada baku mutu standar EPA. Pemanfaatan *fly-ash* dan *bottom ash* sebagai bahan pengganti semen dalam pembuatan conblock dan paving block akan mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang diperlukan dalam pembuatan semen. Sedangkan pemanfaatan keduanya sebagai pengganti agregat dapat mengurangi eksploitasi sumberdaya alam dan mengurangi emisi merkuri dan bahan berbahaya lain yang biasanya terjadi di tempat penyimpanan *fly-ash* atau *bottom ash* yang pada umumnya di lapangan terbuka. Adanya manfaat yang cukup banyak, serta adanya bukti bahwa *fly-ash* dan *bottom-ash* yang dihasilkan oleh PT PLN Tanjung Jati B masih memenuhi baku mutu yang disyaratkan maka sebaiknya pemanfaatan *fly ash* dan *bottom ash* untuk conblock atau paving block dapat diberikan izin. Untuk mengurangi kemungkinan dampak yang timbul sebaiknya prosedur tetap mengikuti PP Nomor 74 tahun 2001 tentang Pengelolaan B3, namun semua pihak sebaiknya dengan semangat yang sama yaitu sebesar-besarnya manfaat bagi masyarakat luas.

**Tabel 6 Hasil Uji TCLP Fly-Ash**

Parameter	Hasil Analisis (mg /l)	Baku Mutu*)
	PPB-L03	
Arsen	0,037	5,0
Barium	< 0,5	100,0
Boron	< 10	500,0
Kadmium	< 0,01	1,0
Kromium	0,08	5,0
Tembaga	0,05	10,0
Timbel	0,05	5,0
Raksa	< 0,0001	0,2
Selenium	0,37	1,0
Seng	0,03	50,0

Ket. : PPB-L03 = *fly ash*, \*) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999

**Tabel 7 Hasil Uji TCLP Bottom-Ash**

Parameter	Hasil Analisis (mg /l)	Baku Mutu
	PPB-L04	
Arsen	< 0,001	5,0
Barium	< 0,5	100,0
Boron	< 10	500,0
Kadmium	< 0,01	1,0
Kromium	0,03	5,0
Tembaga	0,09	10,0
Timbel	< 0,01	5,0
Raksa	< 0,0001	0,2
Selenium	< 0,001	1,0
Seng	0,27	50,0

Ket : PPB-L04 = *bottom ash*, \*) = Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan India telah mengeluarkan suatu kebijakan terkait dengan upaya pemanfaatan *fly-ash* yang lebih besar yaitu : 1) untuk area dalam radius 100 km dari pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar batubara, pabrik bata atau batu beton harus

menggunakan *fly-ash* minimal 25 % dalam produknya; 2) untuk kontraktor pembangunan gedung yang berada dalam radius 50-100 km; pembangkit listrik tersebut maka 100 % pembangunannya harus menggunakan bata/beton yang mengandung *fly-ash* (Jha & Prasad, 2012).

## KESIMPULAN

Conblock dan paving block yang dihasilkan dengan menggunakan *fly-ash* maupun *bottom ash* memenuhi SNI dan memiliki kekuatan dan sifat-sifat yang lebih baik daripada conblock atau paving block yang ada di pasaran. Berdasarkan hasil analisis keekonomian diperoleh data bahwa kedua bahan bangunan yang dikembangkan memiliki harga jual yang lebih rendah sehingga bersaing dengan bahan bangunan yang ada di pasaran.

Berdasarkan NPV diketahui bahwa unit produksi bahan bangunan conblock atau paving block yang dikembangkan dengan peralatan semi masinal maupun *full-machinal* cukup prospektif. Demikian pula hasil analisis nilai PI. Pengembangan bahan bangunan dengan peralatan *full-machinal* lebih menguntungkan daripada semi masinal namun biaya investasi yang diperlukan jauh lebih besar, penyerapan tenaga kerja lebih sedikit dan memerlukan persyaratan tenaga kerja yang khusus agar produksi berjalan lancar.

Hasil uji TCLP menunjukkan bahwa *fly-ash* dan *bottom ash* yang ada di PT. PLN Tanjung Jati B jauh di bawah baku mutu yang disyaratkan, beberapa literatur juga menunjukkan bahwa tidak ada emisi merkuri dan gas radon pada bata yang dibuat dengan menggunakan *fly-ash*, namun sebaiknya pemanfaatannya sebaiknya tetap mengikuti peraturan yang berlaku.

Pengembangan bahan bangunan berupa conblock dan paving block yang memanfaatkan *fly-ash* dan *bottom-ash* dari PT. PLN Tanjung Jati B sebaiknya segera dapat direalisasikan mengingat manfaat yang ditimbulkan jauh lebih banyak daripada kerugiannya.

Dikaitkan dengan kebutuhan akan bahan bangunan yang sangat besar saat ini untuk pembangunan perumahan, sebaiknya semua pihak dan pemangku kepentingan dapat saling sinergis dan mendukung upaya yang lebih banyak manfaatnya daripada kerugiannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-0349-1989. Bata beton untuk pasangan dinding.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-0691-1996. Bata beton (paving block).

- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1987. Laporan Pengembangan Bahan Bangunan Lokal. Proyek Perintisan Bahan Bangunan Lokal.
- Haming, M. Basalamah, S. 2010, Studi Kelayakan Investasi Proyek & Bisnis. Penerbit Bumi Aksara.
- Jha, C.N. Prasad, J.K. 2005, Fly ash : a resource material for innovative building material-Indian perspective. BMTPC. Page 1-9. <http://bmtpc.org/pubs/papers/paper4.html>
- Liu, H. Banerji, S.K. Burkett, W.J. and Engelenhoven, J.V. 2009. Environmental properties of fly ash bricks. <http://www.greenbuilding.com/corhut/781595-flyash-brick-calstrim>.
- Ministry of Construction Japan 1988, Report on overseas development project for research and development on building materials. Tokyo-Japan. Tidak diterbitkan.
- Pemerintah Prop. Jawa Tengah. 2011, Jawa Tengah Dalam Angka 2010, <http://www.jateng.bps.go.id/index.content.php?option=com.:jateng>
- Pemerintah Republik Indonesia. PP Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Pemerintah Republik Indonesia PP Nomor 85 Tahun 1999 tentang perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
- Pemerintah Republik Indonesia PP Nomor 74/2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Pusat Litbang Permukiman. 2010. Laporan akhir penelitian rumah sederhana bagi masyarakat berpenghasilan menengah. Pemanfaatan limbah batubara sebagai bahan bangunan. Tidak diterbitkan.
- Pusat Litbang Permukiman. 2011. Laporan akhir model sistem pembangunan rumah sederhana sehat untuk percepatan pemenuhan kebutuhan rumah. Tidak diterbitkan.
- Pusat Litbang Tekmira. 2006. Batubara Indonesia, Dikompilasi oleh Tim Kajian Batubara Nasional. Kelompok Kajian Batubara Nasional. <http://www.tekmira.esdm.go.id/data/files/Batubara%20Indonesia.pdf>
- Suyartono. 2004, Hidup dengan Batubara. Dari Kebijakan Hingga Pemanfaatan, No: 001/IX/2001, ISBN: 979-96649-0-X
- Sutojo, Siswanto. 2000. Studi Kelayakan Proyek, Konsep, Teknik & Kasus. Seri Manajemen Bank Nomor 66. Penerbit PT Damar Mulia Pustaka
- Turin, D. A. 1969, The Construction Industry : Its Economic Significance and Its Role in Development. University College Research Group.
- Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.