

THE CHARACTERISTIC OF NON SAND CONCRETE BRICK BY ROOF-TILE-FRACTION AS CARSE AGGREGATE

(STUDY FOCUSED TO : QUALITY, SHAPE, AND PRODUCTION COST)

KARAKTERISTIK BATA-BETON-NON PASIR DENGAN AGREGAT PECAHAN GENTENG (Tinjauan Dari Aspek: Mutu, Bentuk Dan Biaya Pembuatan)

Bambang Endroyo

Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES), Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang, Indonesia, Telp/fax (024) 8508102. e-mail: bbendroyo@yahoo.com

ABSTRACT

Nowdays, the number of resident building and public facilities project is increasing rapidly. So, the demand of building materials is increasing too. One of building materials is brick. Then, there are some efforts to find other building materials for substituting brick (for example: bataco). Roof tile fraction can exploited as coarse aggregate for non sand concrete brick (called batanes). This research will explore the characteristic of batanes. This research proposed five types of PC:RTF of batanes, there was 1:12; 1:10; 1:9; 1:8; 1:7; 1:6. All of types used WCF (Water Cement Ratio) 0,4. For collecting data, researcher used documentation, observation and test, by appling several instruments there was: counter weight, Compression Test Machine (CTM) and observation form. Data was analysed by diskriptif statistic. This research carry out several conclusions. The quality of batanes was 50% uper than bataco. The production cost of batanes (with has PC:RTF 1:9 - 1:12) was 10% cheaper than bataco production cost. According to environmental aspect, batanes have a positive value because exploit roof-tile industry waste. The non favourable value of batanes was according to both weight and shape aspect. The weight of batanes was 27% heavier than bataco, and the surface of batanes has some holes.

Keywords : batanes, brick, bataco, non-fines-concrete, roof-tile fraction(RTF), portland cement (PC)

ABSTRAK

Saat ini, jumlah perumahan dan proyek fasilitas umum berkembang pesat. Maka kebutuhan material bangunan juga meningkat. Salah satu material bangunan adalah bata. Kemudian, banyak usaha yang telah dilakukan untuk menggantikan batu bata (misalkan batako). Pecahan genteng dapat digunakan sebagai agregat kasar bata-beton-non- pasir (batanes). Penelitian ini menganalisis karakteristik batanes. Penelitian ini mengusulkan 5 variasi campuran semen PC : Pecahan Genteng, yaitu: 1:12; 1:10; 1:9; 1:8; 1:7; 1:6. Semua variasi menggunakan faktor air semen 0,4. Untuk mengumpulkan data, peneliti menggunakan dokumentasi, observasi dan pengujian, dengan beberapa alat, seperti: counter weight, mesin uji tekan and lembar pengujian. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan. Mutu batanes 50% lebih tinggi dari pada batako. Biaya produksi batanes (variasi 1:9 – 1:12) 10% lebih rendah dari biaya produksi batako. Dilihat dari aspek lingkungan, batanes memiliki nilai positif karena menggunakan limbah pecahan genteng. Kekurangan batanes adalah terkait dengan aspek berat dan bentuknya. Batanes 27% lebih berat dari batako, dan permukaan batanes banyak terdapat lubang.

Kata-kata kunci : batanes, bata, batako, beton-non-pasir, pecahan genteng, portland cemen (PC)

PENDAHULUAN

Berkembangnya industri perumahan secara tak langsung mengindikasikan ada kenaikan kebutuhan akan bahan - bahan bangunan. Bahan bangunan yang banyak dipakai adalah bata. Bata menjadi bahan utama sebuah perumahan karena ia dipakai untuk pembuatan dinding, sekat dan bagian-bagian bangunan lainnya. Bata tanah liat merupakan bahan bangunan tradisional yang sudah lama dipergunakan. Dewasa ini, mengingat kebutuhan yang makin meningkat, ada beberapa macam bahan pengganti bata dari tanah ini, antara lain batako. Batako ialah bahan bangunan yang terdiri dari campuran pasir, semen dan air dalam perbandingan tertentu yang dicetak dan di"pres" sehingga padat. Batako dewasa ini sudah mulai banyak dipergunakan karena harga dan mutunya yang bersaing.

Pengganti bata yang lain adalah bata beton pejal non pasir, yaitu bahan bangunan yang terbuat dari agregat kasar, semen dan air dalam perbandingan tertentu yang dicetak dan mengeras secara alami. Bata beton pejal non pasir ini telah mulai dikembangkan oleh Universitas Gajah Mada sebagai bahan bangunan alternatif yang baru, dan dinamakan **batagama** (batu bata Gadjah Mada). Batagama tersebut menggunakan breksi batu ringan dari daerah kabupaten Bantul sebagai agregat kasarnya (Kusumawardaningih, 2003).

Dalam penelitian ini akan dikembangkan bata beton pejal non pasir yang menggunakan limbah produksi industri genteng, yaitu genteng-genteng yang rusak dan tidak lolos seleksi produk. Genteng-genteng afkiran itu kemudian dipecah-pecah untuk dipakai sebagai bahan baku. Bata beton ini dinamakan **batanes** (bata beton Unnes). Kelebihannya, dapat memanfaatkan limbah industri genteng sehingga menunjang kebersihan lingkungan. Kelebihan lain, pembuatan batanes inipun sangat cocok diaplikasikan di daerah-daerah gempa seperti di Klaten, Yogyakarta, dan lainnya. Pecahan-pecahan genteng dari rumah-rumah yang roboh dapat dimanfaatkan oleh penduduk untuk dibuat batanes yang dapat mengganti bata merah guna membangun rumahnya kembali.

Dari uraian di atas, maka diperlukan penelitian untuk menguji batanes dilihat dari aspek mutu, bentuk dan harga sehingga didapat data untuk komparasi dengan bahan bangunan sejenis lainnya.

Tujuan penelitian ini antara lain adalah untuk mendapatkan bahan bangunan alternatif sebagai pengganti/substitusi bata merah, untuk mendapatkan bahan bangunan yang dapat mengurangi kerusakan/kebersihan lingkungan yaitu dengan memanfaatkan limbah-limbah industri, untuk mendapatkan angka komparasi antara batanes dengan bahan bangunan lainnya, yaitu dari

aspek mutu dan harga, untuk memberi kontribusi terhadap pembangunan perumahan dengan mendapatkan bahan bangunan alternatif yang bermutu baik dengan harga yang terjangkau.

LANDASAN TEORI

Bahan bangunan untuk perumahan biasanya berupa:

1. Bahan-bahan alam, misal: pasir, kayu.
2. Bahan alam yang diolah antara lain keramik, genteng, bata.
3. Bahan-bahan sintetis atau yang melalui pengolahan dengan teknologi tinggi misalnya semen, besi, baja, kaca.
4. Gabungan dari semuanya itu.

Seiring dengan naiknya kontribusi sektor bangunan terhadap PDB dari 5,3% (tahun 2001), 5,45% (2002), 5,5 % (2003), 5,84% (2004) (Statistik Indonesia 2004), maka permintaan bahan bangunan diperkirakan akan terus meningkat. Kenaikan permintaan diperkirakan terus terjadi mengingat kontribusi sektor bangunan terhadap PDB di beberapa negara umumnya berkisar 7-8%.

Bata beton pejal non-pasir dari pecahan keramik (batares)

Pada penelitian ini dicoba batanes seperti yang telah dijelaskan pada pendahuluan. Dilihat dari pembuatannya, batanes ini termasuk ke dalam beton non-agregat halus (Murdock, 1991). Beton non pasir yaitu beton yang hanya dibuat dari campuran air, semen portland, dan agregat kasar tanpa pasir (Tjokrodinuljo, 1996). Tidak digunakannya pasir adalah untuk mengurangi berat beton secara keseluruhan sehingga ringan. Hal ini mengingat bahwa batanes dimaksudkan sebagai pengganti bata yang pemaakaiannya biasanya untuk bahan pengisi yang tidak menahan beban, misalnya dinding, sekat dan sejenisnya.

Pecahan bata termasuk dalam agregat ringan buatan. Menurut SK SNI S-16-1990-F, agregat ringan buatan adalah agregat yang dibuat dengan membengkakkan atau memanaskan bahan-bahan seperti terak dari peleburan besi, tanah liat, abu terbang, tanah serpih, batu tulis dan lempung. Lebih lanjut Tjokrodinuljo (1996) menyatakan bahwa agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2000 kg/m³ yang biasanya dibuat untuk beton bangunan non struktural.

Nilai positif dari batanes adalah bahannya dari limbah industri genteng, sehingga membantu kebersihan lingkungan. Menurut hasil studi pendahuluan, jumlah limbah produksi genteng yang cacat dan tidak layak untuk dipasarkan cukup besar antara 10% dari seluruh produksi, bahkan pada musim yang kurang baik bisa lebih dari itu. Bahan afkir tersebut diletakkan di luar pabrik, ada pula yang dijadikan pagar halaman, dinding selokan, atau maksud-maksud lainnya. Oleh karena itu pemanfaatan bahan limbah ini dapat memelihara kelestarian serta kebersihan lingkungan.

Nilai positif lain dari batanes ini adalah sangat cocok diterapkan di daerah gempa, di mana terdapat banyak pecahan genteng yang berasal dari rumah-rumah yang roboh. Pecahan-pecahan genteng itu dapat dipakai secara cepat sebagai bahan utama pembuatan batanes sehingga kebutuhan akan bahan jenis ini dapat segera dipenuhi tanpa menunggu bantuan pemerintah yang biasanya realisasinya lama. Cukup dengan bantuan semen, masyarakat sudah dapat dibimbing untuk membuat batanes.

Berdasarkan dasar uraian di atas, maka dilihat dari aspek kegunaannya, diduga batanes ini memiliki nilai tawar yang tinggi sebagai bahan bangunan alternatif. Selanjutnya perlu diungkap, apakah batanes ini juga dapat bersaing bila dilihat dari aspek mutu, bentuk dan biayanya. Oleh karena itulah maka penelitian ini diselenggarakan.

Proses pembuatan batares

Proses pembuatan batanes adalah seperti biasanya proses pembuatan beton non-pasir, yaitu:

1. Disiapkan cetakan dengan ukuran dalam: tinggi 20 cm, panjang 40 cm, tebal 10 cm.
2. Genteng afkir dipecahkan dengan tenaga manual, sehingga diperoleh pecahan yang butir-butirnya bervariasi. Diusahakan besarnya pecahan genteng maksimal 4 cm.
3. Pencampuran agregat kasar dan pasta semen sesuai dengan perbandingan yang telah direncanakan, yaitu Semen (PC): Pecahan Genteng (PG) sebesar 1:12; 1:10; 1:8; 1:6; 1:4. Fas dipakai 0,4. Hal ini mengacu kepada Kardiyono bahwa fas beton non pasir berkisar antara 0,35 sampai 0,45 (Suroso, 2003).
4. Pencetakan, yaitu dengan memasukkan adonan ke cetakan yang telah disiapkan.
5. Tahap pengerasan yaitu minimal sesuai dengan waktu ikat semen. Dalam penelitian ini ditentukan 3 hari.
6. Pembukaan cetakan yaitu setelah 3 hari.
7. Setelah itu batanes dibasahi selama proses perawatan sampai 28 hari.
8. Selanjutnya batanes disusun secara rapi sesuai dengan tanggal pembuatan.
9. Selanjutnya batanes telah siap dipakai atau dipasarkan.

Syarat kualitas bata beton pejal

Menurut SK SNI S-04-1989-F, bata beton pejal secara fisis harus memenuhi syarat seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Syarat-syarat Fisis Bata Beton Pejal

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu			
		I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata, min.	MPa	10	7	4	2,5
2. Kuat tekan bruto masing masing, min.	MPa	9	6,5	3,5	2,1
3. Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	-	-

Di samping itu, bata beton pejal harus memenuhi persyaratan ukuran sesuai tabel 2.

Tabel 2. Syarat ukuran bata beton pejal

UKURAN + TOLERANSI (mm)		
PANJANG	LEBAR	TEBAL
390 (+3 atau -5)	190 ± 2	100 ± 2

Biaya pembuatan batares

Menurut Munandar (1987) pengertian sederhana tentang biaya adalah nilai kekayaan yang dikorbankan atau harus dikorbankan untuk memproduksi sejumlah barang atau jasa. Biaya dikorbankan untuk membeli bahan baku, membayar pekerja (langsung, tidak langsung), membeli alat-alat kerja, membeli mesin dan gedung serta peralatannya, biaya promosi, dan biaya umum. Kesemuanya itu akan dipakai untuk menghitung harga pokok produk. Pengertian harga pokok menurut Munandar (1987) adalah jumlah pengorbanan langsung atau tidak langsung, untuk menghasilkan barang atau jasa di dalam kondisi dan tempat di mana barang tersebut dapat dipergunakan atau dijual.

Langkah-langkah perhitungan harga pokok batanes, sesuai dengan langkah-langkah perencanaan biaya yang dikemukakan oleh Wigjohartojo (1994) adalah sebagai berikut:

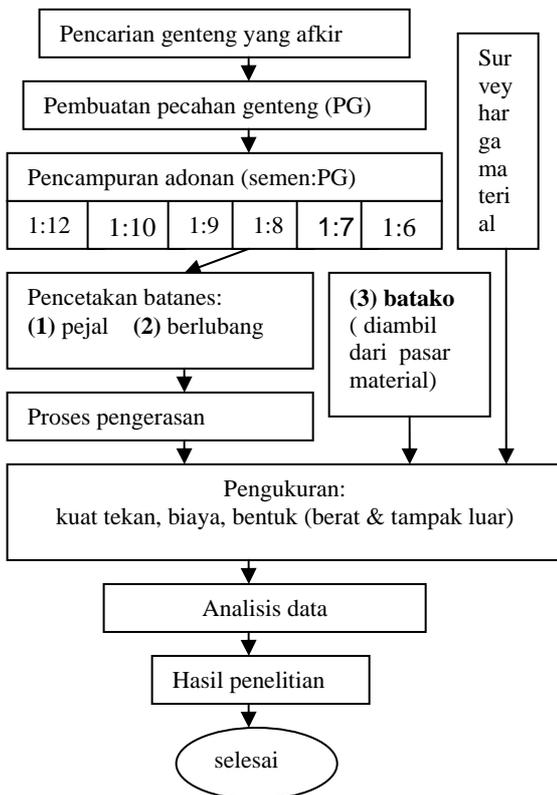
1. Menghitung harga pokok bahan baku, yaitu bahan yang dipakai untuk produksi, baik berupa bahan utama maupun bahan pembantu.
2. Menghitung harga pokok buruh (tenaga kerja langsung), merupakan upah untuk membuat satu satuan pekerjaan.
3. Menghitung biaya overhead yaitu biaya-biaya lain yang tidak langsung, berupa biaya bahan baku dan tenaga tidak langsung dan biaya-biaya lain.

METODE PENELITIAN

Jenis dan langkah penelitian

Jenis penelitian ini eksperimental, yaitu mencoba beberapa macam perbandingan campuran dan bentuk batanes. Kemudian mutu dan harga batanes dibandingkan dengan mutu dan harga bahan bangunan sejenis (dalam hal ini: batako), sehingga didapat alternatif yang paling efisien. Bentuk-bentuk yang akan diteliti adalah: (1) batanes bentuk pejal, (2) batanes bentuk berlubang, (3) batako yang diperoleh dari pasar material.

Langkah-langkah penelitian adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1: Skema penelitian

Variabel dan instrumen penelitian

Variabel penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas adalah perbandingan campuran antara semen : genteng pecah ada enam perbandingan yaitu 1:12, 1:10, 1:9, 1:8, 1:7, dan 1:6
2. Variabel terikat adalah kuat tekan, harga, bentuk (berat, dan tampak luar).
3. Variabel kontrol, yaitu:
Faktor air semen (fas) ditentukan 0,4

Bahan untuk PC ditentukan merk Gresik dan air dipakai dari laboratorium Teknik Sipil UNNES

Adapun instrumen yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

1. Timbangan berat untuk mengukur perbandingan semen dengan pecahan genteng, dan mengukur berat benda hasil penelitian.
2. *Compression Test Machine* untuk mengukur kuat tekan bahan yang diteliti.
3. Lembar observasi, untuk mencatat hasil tes/uji bahan yang diteliti.
4. Kamera, untuk merekam secara visual proses dan hasil penelitian.

Metode pengumpulan data

Pengumpulan data menggunakan:

1. Dokumentasi, yaitu pencatatan semua hal yang berhubungan dengan penelitian.
2. Observasi, yaitu pengamatan dan pencatatan terhadap pelaksanaan pembuatan batanes.
3. Tes, yaitu pengumpulan data dengan menggunakan instrumen tes. Instrumen yang digunakan adalah instrumen standar yang digunakan untuk uji bahan bangunan.

Skema langkah-langkah pengumpulan data terlihat pada gambar 2.

Analisis data

Untuk menganalisis data, dipakai statistik deskriptif, yaitu:

1. Menghitung rata-rata kuat tekan batanes dalam berbagai alternatif campuran dan berbagai bentuk.
2. Menghitung biaya pembuatan batanes dalam berbagai alternatif campuran dan berbagai bentuk.
3. Membuat grafik hubungan antara mutu dan biaya pembuatan batanes dan bahan bangunan pembanding lainnya (dalam hal ini batako)

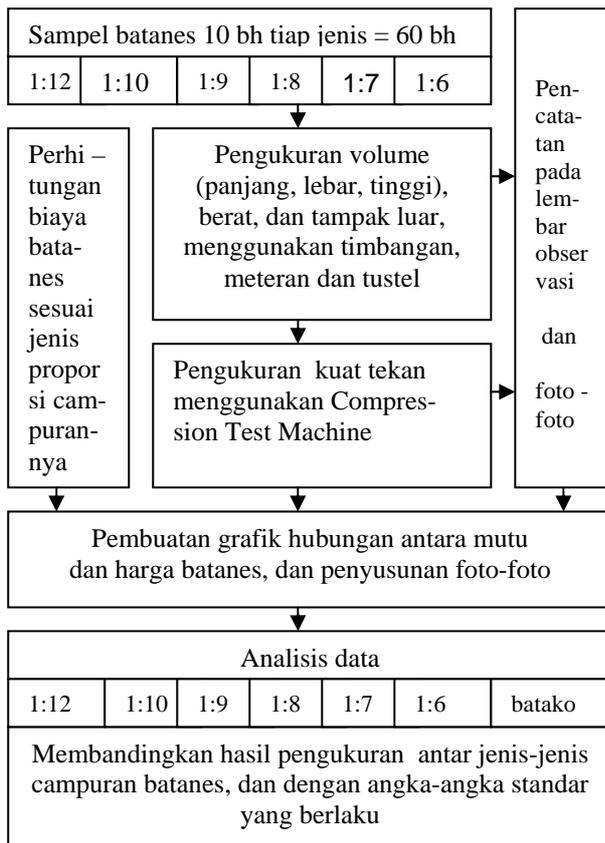
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Jalannya penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil UNNES, dengan langkah-langkah seperti yang telah disebutkan di muka. Setelah batanes berusia 28 hari, maka diadakan pengamatan kuat tekannya, dan berat tiap buah, serta observasi/ pengamatan terhadap tampak luarnya. hasilnya dicatat dalam lembar observasi.

Untuk menghitung biaya produksi batanes, maka waktu dan jumlah tenaga yang diupah untuk memecahkan genteng, serta hasil yang diperoleh dicatat tiap hari sehingga didapat biaya bahan baku tiap satuan berat. Hal yang serupa juga dipakai untuk menghitung biaya pembuatan batanes mulai dari pengadukan sampai perawatan.

Perlu dikemukakan di sini, bahwa pembuatan batanes berlubang (yang menyerupai batako) ternyata mengalami kerusakan pada waktu pembongkaran cetakan. Hal ini karena dengan adanya lubang, maka batanes yang hanya terdiri dari agregat kasar dan semen tersebut kurang memiliki ketebalan yang cukup. Pembuatan batanes berlubang memerlukan cetakan khusus yang berakibat tingginya harga keseluruhan. Oleh karena itu dalam penelitian ini alternatif batanes berlubang (alternatif 2) ditiadakan. Semua data yang diperoleh kemudian dianalisis.



Gambar 2. Skema pengumpulan data dan analisis data

Hasil penelitian dan Pembahasan

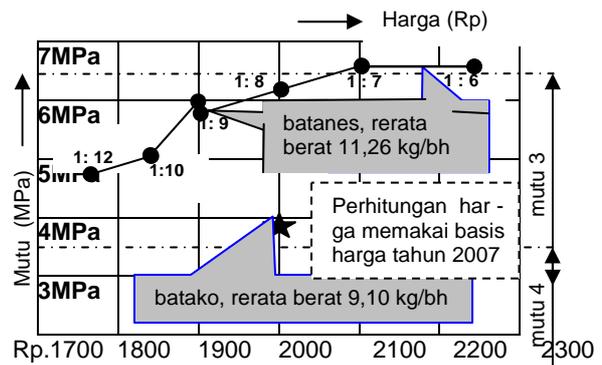
1. Karakteristik pecahan genteng adalah: berat jenis 1,723 ; serapan air 11,394% ; sehingga memenuhi sebagai agregat beton ringan.
2. Daftar Kuat tekan, berat, harga batanes hasil penelitian dideskripsikan pada tabel 3.

Tabel 3. Daftar kuat tekan, berat dan harga batanes

Nama bahan	Rerata kuat tekan(MPa)	Rerata berat (kg)	Harga (Rp)
1:12	5,291	10,80	1.735,-
1:10	5,638	11,03	1.845,-
1:9	6,205	11,20	1.919,-
1:8	6,343	11,23	2.012,-
1:7	6,811	11,43	2.127,5
1:6	6,844	11,83	2.285,-
batako	4,114	9,10	2.000,-

Harga batanes dihitung berbasis harga bahan bangunan tahun 2007. Hubungan antara mutu dan harga batanes dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

3. Rata-rata kuat tekan batanes sebesar 6,17 MPa. dan rata-rata kuat tekan batako 4.114 MPa.
4. Berat batanes rata-rata sebesar 11,26 kg/buah, sedang berat batako rata-rata sebesar 9,10 kg/buah.



Gambar 3. Hubungan antara harga dan mutu batanes

5. Bentuk sisi luar batanes terlihat rata tetapi berlubang/ berongga, tidak seperti batako yang kelihatan rata dan rapi. Adanya rongga tersebut karena batanes terdiri hanya dari pecahan bata dan pasta semen yang telah mengeras sehingga terjadi lubang-lubang sebagai akibat logis dari beton non-pasir.



Gambar 4. Tampak luar batanes



Gambar 5. Tampak luar batako

PEMBAHASAN

Dilihat dari aspek mutu, makin banyak proporsi pecahan genteng dan makin sedikit PC, makin rendah kekuatan tekan batanes. Dari hasil penelitian, terungkap bahwa batanes memiliki kuat tekan yang melebihi batako biasa dengan harga yang lebih murah khususnya untuk campuran 1:8 s/d 1:12. Dengan demikian batanes ini memiliki peluang sebagai pengganti batako (di daerah-daerah industri genteng). Batanes dengan campuran 1:8 s/d 1:12 ini termasuk mutu III yaitu untuk pemakaian yang tidak menahan beban. Untuk campuran kurang dari 1:8, kuat tekan batanes dapat lebih tinggi lagi namun dengan harga yang lebih mahal dari batako. Batanes dengan campuran kurang dari 1:8 termasuk mutu II yaitu dapat sebagai konstruksi yang memikul beban tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca luar. Sedang batako, dilihat dari standar bata beton berlobang termasuk mutu III sampai mutu IV.

Hal tersebut di atas sesuai dengan pendapat Tjokrodinuljo bahwa pada nilai banding semen : agregat yang sama, kekuatan beton non-pasir dari agregat pecahan genteng keramik (9 MPa) ternyata lebih tinggi dari kekuatan beton non-pasir dengan agregat alami sungai Progo (7,8 MPa) maupun agregat buatan dari lempung bengkah Cilacap (7,7 MPa) (Suroso, 2003).

Dilihat dari aspek biaya, pembuatan batanes di daerah produksi genteng dengan campuran 1:8 s/d 1:12 memiliki harga yang lebih murah ($\pm 10\%$) dibanding dengan harga batako biasa. Sedang batanes dengan campuran kurang dari 1:8 memiliki harga lebih mahal dari batako.

Dilihat dari aspek bentuknya, sisi luar batanes nampak berongga-rongga dan tidak dapat halus seperti batako. Kelemahan tersebut diperkirakan menjadi keengganan para pemakai, sehingga batanes akan kurang diminati masyarakat. Untuk itu diperlukan usaha pengembangan lagi agar dapat mencetak batanes ini dengan sisi luar yang rata sehingga dapat menyaingi batako.

Dilihat dari aspek beratnya, batanes memiliki rata-rata berat 127,3% dibanding berat batako. Hal ini juga merupakan kelemahan yang perlu ditemukan solusinya.

KESIMPULAN

1. Bata beton pejal non pasir dengan bahan pecahan genteng yang kemudian dinamakan **batanes** dapat dipakai untuk pengganti bata maupun batako.
2. Dilihat dari aspek mutu, batanes dengan perbandingan kurang dari 1:8 (semen : genteng pecah) termasuk dalam mutu II, sedang batanes dengan perbandingan 1:8 s/d 1:12 termasuk mutu III. Batako termasuk mutu IV dan III. Artinya batanes memiliki mutu yang kompetitif dibanding mutu batako.
3. Dilihat dari aspek biaya pembuatan, batanes yang diproduksi pada daerah-daerah industri genteng, dapat bersaing dengan harga batako. Harga batanes dengan mutu III sebesar 0,8675 s/d 0,96 harga batako.

4. Salah satu kelemahan batanes adalah bentuk/tampak luarnya yang masih berongga-rongga sehingga dari segi keindahan kurang memuaskan. Kelemahan lain adalah beratnya, yaitu 1,273 kali lebih berat dari batako.
5. Pembuatan batanes dapat membantu kebersihan lingkungan karena memanfaatkan limbah industri genteng.
6. Batanes juga tepat diproduksi di daerah gempa karena bahan bakunya dapat diperoleh dari genteng-genteng yang rusak akibat rumah roboh. Cukup dengan bantuan semen, masyarakat sudah dapat dibimbing untuk membuat batanes. Kebutuhan bahan sejenis bata dapat segera dipenuhi tanpa menunggu bantuan pemerintah yang biasanya realisasinya lama.
7. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut yang mengembangkan teknik pembuatan batanes berlubang untuk menurunkan berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada pengelola Laboratorium Teknik Sipil UNNES atas fasilitasnya, dan Sutiyono atas bantuannya dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989, *SK SNI S-04-1989-F*.
- Kusumawardaningsih, Y., 2003, Volume pori, serapan dan agregat ringan. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan No.2, Vol. 5*.
- Munandar, 1987, *Manajemen Proyek*. Jakarta, Karunika.
- Murdock L.J. dan K.M. Brook, 1991, *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga, Jakarta.
- Suroso, Hery, 2003, *Pemanfaatan Pecahan Genteng*, UNNES, Semarang.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Wiryo Hartoyo, Parwoto dkk., 1994, *Anggaran Perusahaan*. Pen. UT, Jakarta.