

PENYERAPAN DAN POROSITAS PADA BETON MENGGUNAKAN BAHAN POND ASH SEBAGAI PENGGANTI PASIR

Tumingan¹, M. W Tjaronge², Victor Sampebulu³ dan Rudy Djamiluddin⁴

¹Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10, Makassar

^{1,2,3,4}Dosen Politeknik Negeri Samarinda, Jl Ciptomangunkusumo Samarinda Seberang,

Email : ¹tumingan@yahoo.co.id, ²tjaronge@yahoo.co.jp, ³vicsam_ars@yahoo.com,

⁴rudy0011@yahoo.com

ABSTRACT

Handling of coal burning waste of thermal power plant in Lati, Berau district, East Kalimantan province, which is recommended by the department of environmental impact management is to dispose the coal ash into pools flowed water so that coal ash did not fly and cause air pollution. Sediment or heap of coal ash in the sedimentation pond that is flowing with water is called Pond Ash. This study is conducted by utilizing the pond ash as a replacement material in the concrete mix. The effect of the use of pond ash as partial replacement of sand, fine aggregate in the concrete mix, is studied using cylindrical specimen with a diameter of 100 mm and a height of 200 mm. Specimens were made by taking the ratio of the percentage of pond ash of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of the mixture of concrete with the constant water cement ratio 0.49. The void test of concrete was soaked for 28 day, In theory, the more dense concrete mix so that the higher density so low porosity will produce large compressive strength, otherwise the greater the voids, the strength of concrete is getting smaller and weaker. But in this study the opposite occurs because the value of the absorption material pond ash is very high compared with the absorption of sand and crushed stone, if the fair value of void in the mix also increased a corresponding increase in the composition of its pond ash. Because the particles are very fine pond ash so as to fill the gaps between fine aggregate and coarse aggregate, making the concrete more dense although large void.

Keywords : coal ash waste, pond ash, concrete, void concrete.

ABSTRAK

Penanganan limbah pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap di Lati kabupaten Berau Kalimantan Timur yang direkomendasikan badan pengelola dampak lingkungan adalah dengan cara membuang abu batubara ke dalam kolam-kolam yang dialiri air agar abu batubara tidak terbang yang menimbulkan polusi udara. Endapan atau kumpulan abu batubara dalam kolam pengendap yang dialiri air dinamakan Pond Ash. Penelitian ini memanfaatkan pond ash untuk campuran beton, dengan menguji pengaruh penggunaan pond ash sebagai pengganti sebagian agregat halus pasir dalam campuran beton, diteliti menggunakan spesimen berbentuk silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Spesimen dibuat dengan mengambil perbandingan prosentase pond ash sebesar 0%: 5%: 10%: 15% dan 20% terhadap campuran beton dengan faktor air semen konstan 0.49. Pengujian porositas dalam campuran beton dilakukan setelah beton direndam selama 28 hari. Secara teori, semakin padat campuran beton semakin tinggi tingkat kepadatan sehingga porositasnya rendah dapat menghasilkan kekuatan tekan yang besar, sebaliknya semakin besar porositas, kekuatan beton semakin kecil dan semakin lemah. Tetapi dalam penelitian ini terjadi kebalikannya karena nilai penyerapan bahan pond ash sangat tinggi dibanding dengan penyerapan bahan pasir dan batu pecah, wajar apabila nilai porositas dalam campuran juga meningkat sesuai peningkatan komposisi pond ash nya. Karena partikel pond ash sangat halus sehingga dapat mengisi celah-celah antara agregat halus dan agregat kasar, membuat beton semakin padat walau porositasnya besar.

Kata Kunci : limbah abu batubara, pond ash, beton, porositas beton.

PENDAHULUAN.

Beton merupakan salah satu material yang banyak dan sangat luas digunakan dalam bidang konstruksi, oleh karena itu pengembangan terhadap material

campuran beton terus dilakukan untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang lebih baik.

Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang menggunakan bahan bakar

batubara mengakibatkan timbulnya limbah padat berupa abu batubara. Berdasarkan bentuk butirannya ada yang lembut seperti debu disebut debu batubara / abu terbang batubara (fly ash batubara) butirannya terbang terkena tiupan angin, berdimensi sangat halus setara lolos saringan #200. Jenis ini mengandung SiO_2 , Al_2O_3 , P_2O_5 , dan Fe_2O_3 namun kandungan SiO_2 cukup tinggi mencapai ± 70 persen. Dengan kandungan silika yang cukup tinggi memungkinkan abu batubara memenuhi kriteria sebagai bahan yang memiliki sifat semen/pozzolan.

Limbah lainnya adalah abu batubara berbentuk butiran/kasar disebut abu dasar batubara (bottom ash batubara), butirannya seperti pasir berwarna hitam ke abu-abuan tidak mengkilat (apabila warna hitam mengkilat berarti debu batubara yang belum terbakar yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan abu sisa pembakaran). Fly ash & Bottom ash merupakan limbah pembakaran batu bara, bersifat non plastis, tidak berkohepsi dan berbentuk butiran.

Kalimantan Timur memiliki kekayaan batubara yang sangat berlimpah. Potensi batubara sangatlah tinggi namun hal itu tidak sebanding dengan keadaan Kalimantan Timur karena penggunaannya cenderung untuk di ekspor ke Luar Negeri sedangkan Kalimantan sendiri masih mengalami krisis listrik karena kurangnya pembangkit dan pembangkit yang ada sudah terbangun 77% berupa PLTD. Dengan umur yang sudah tua memerlukan banyak perawatan dan akhirnya dilakukan pemadaman bergilir.

Untuk meningkatkan kualitas pelayanan penyediaan tenaga listrik di Propinsi Kalimantan Timur, dan dengan tujuan menggantikan PLTD sebagai penyuplay beban dasar merupakan alasan mengapa dibangunnya PLTU Batubara Kariangau di Teluk Balikpapan Kelurahan Kariangau, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur merupakan salah satu usaha pemanfaatan batubara yang berlimpah untuk menambah pasokan listrik. PLTU unit I dengan

kapasitas 2 x 100 MW sekarang tahap konstruksi dan PLTU Unit II yang menyusul dibangun dengan kapasitas sama, 2 x 100 MW. Jadi, totalnya ada pasokan penambahan daya melalui PLTU Kaltim - Teluk Balikpapan sebanyak 400 MW.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Kalimantan Timur dengan kapasitas 2x100 Megawatt (MW) juga akan dibangun di sekitar wilayah pertambangan batu bara Kaltim Prima Coal (KPC) Kabupaten Sangatta dengan masa pembangunan tiga tahun mulai dari tahun 2013 rampung tahun 2016.

Penambangan batubara di Berau telah dikenal sejak tahun 1916 dan terpaksa ditutup pada tahun 1950 akibat melimpahnya minyak bumi murah seusia perang dunia ke-2. Pada tahun 1981 diterbitkan perizinan pertambangan batubara pada bekas pertambangan tersebut yang dilaksanakan oleh PT. Berau Coal. PT Berau Coal ini juga menggunakan produksi batubaranya sebagai bahan bakar PLTU Lati (2 x 7 MW) yang diresmikan pada tanggal 11 Mei 2004 dengan memanfaatkan batubara produksi sendiri dengan jumlah batubara yang diperlukan oleh PLTU Lati sebanyak 8000 ton/bulan. Menurut laporan teknik PT. PLN (Persero), sebagai perbandingan PLTU Asam-asam, Kabupaten Tanah Laut jumlah abu batubara saat ini mencapai 60 ton dari penggunaan 4.400 ton batubara.

Jumlah abu batubara di Kalimantan Timur sampai saat ini tidak diperoleh data yang akurat, tetapi dapat diperhitungkan untuk memproduksi PLTU yang sudah beroperasi dan akan beroperasi yakni 2 x 7 MW di Lati Berau, 2 x 100 MW di Kariangau, 2 x 7 MW di Kabupaten Tanah Grogot, total 228 MW. Memerlukan bahan batubara sekitar 130.000 ton batubara, maka akan menjadikan abu batubara sekitar 1.770 ton per bulan berdasarkan pemakaian di atas. Jumlah ini tergolong cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran

udara, pencemaran perairan dan penurunan kualitas ekosistem.

Proses pengelolaan limbah abu batubara PLTU yang ada di Kalimantan Timur berdasarkan rekomendasi Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BLH) dilakukan dengan cara merendam abu batubara gabungan antara fly ash dan bottom ash ditumpuk/ dibuang dalam sebuah kolam yang besar. Tujuan utama pembuatan kolam agar memudahkan menyiran/merendam/mencuci abu batubara agar tidak berterbangan. Campuran fly ash dan bottom ash dalam sebuah kolam diistilahkan sebagai pond ash.

Memperhatikan kondisi tersebut, dalam penelitian ini dicoba mencari solusi pemanfaatan bahan pond ash untuk bahan pembuatan beton. Berdasarkan gradasinya, pond ash memenuhi persyaratan agregat halus zona 3, maka dicoba memanfaatkan pond ash untuk menggantikan sebagian pasir dalam bahan campuran beton.

Salah satu unsur yang umum digunakan dalam perencanaan campuran beton adalah kekuatan tekan dari beton. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya untuk memperoleh kepadatan yang optimum. Kepadatan dalam campuran beton sering diistilahkan dengan porositas dalam campuran beton, semakin kecil porositas dalam campuran akan meningkatkan kekuatan tekan yang direncanakan.

Untuk membuat beton sesuai dengan kualitas yang direncanakan, disyaratkan bahwa komposisi beton ditentukan melalui rancangan campuran beton. Di Indonesia standar yang digunakan adalah rancangan campuran beton yang menyediakan kurva-kurva untuk beton yang menggunakan tipe semen portlan biasa/ordinary (SK SNI T-15-1990-03).

Karena saat ini semen portlan tidak lagi diproduksi di Indonesia kecuali atas permintaan khusus. Sedangkan yang banyak di produksi adalah semen portland pozzolan dan semen portland composite yang tentunya memiliki karakteristik yang

berbeda dengan semen portlan biasa / ordinary, maka dalam penelitian ini dipilih menggunakan semen portland komposite. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyerapan atau porositas dalam campuran beton yang dibuat dari bahan pond ash sebagai bahan pengganti pasir.

Porositas Beton.

Kekuatan beton tidak terlepas dari sifat-sifat material penyusunnya. Dari segi fisik adalah porositas dan segi mekanis kekuatan tekan betonnya. Porositas didefinisikan sebagai perbandingan volume void (pori) terhadap volume total beton. Porositas beton adalah tingkatan yang menggambarkan kepadatan konstruksi beton. Porositas berhubungan erat dengan permeabilitas beton. Porositas merupakan prosentase pori-pori atau ruang kosong dalam beton terhadap volume benda (volume total beton). Ruang pori pada beton umumnya terjadi akibat kesalahan dalam pelaksanaan dan pengecoran seperti faktor air semen yang berpengaruh pada lekatan antara pasta semen dengan agregat, besar kecilnya nilai slump, pemilihan tipe susunan gradasi agregat gabungan, maupun lamanya pemadatan.

Porositas juga dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak maksimal. Porositas menggambarkan besar kecilnya kekuatan beton dalam menopang suatu konstruksi. Semakin padat beton, semakin tinggi tingkat kepadatan maka semakin besar kuat tekan atau mutu beton serta kekuatannya dalam menyangga konstruksi yang lebih berat, sebaliknya semakin renggang beton, semakin besar porositas beton, maka kekuatan beton semakin kecil/rendah dan semakin lemah sehingga hanya bisa menyangga konstruksi yang ringan serta ketahanannya tidak terlalu lama. Atas dasar ini, masalah yang akan timbul adalah seberapa besar kontribusi serta hubungan porositas terhadap

perubahan yang berarti pada nilai kuat tekan beton untuk beton mutu normal.

Porositas suatu bahan menurut (ASTM C 642 – 90) dinyatakan dengan persamaan :

$$P = \frac{(g_2 - g_1)}{g_2}$$

[Pers.1]

dimana

P = porositas suatu bahan

g1 = berat jenis kering oven suatu bahan

g2 = berat jenis semu suatu bahan

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan.

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan untuk campuran beton normal yang terdiri atas semen, air, agregat halus dan agregat kasar serta ditambahkan pond ash sebagai inovasi. Sebagai bahan pengikat hidrolis menggunakan semen portland komposit dari pabrik TONASA Sulawesi Selatan. Air untuk mencampur beton diambil dari laboratorium bahan konstruksi Politeknik Negeri Samarinda. Agregat halus yang digunakan pasir sungai yang berasal dari Palu, sedangkan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Palu, Sulawesi Tengah.

Semen.

Di Indonesia saat ini tidak lagi memproduksi jenis semen type I atau Ordinary Portland Cement (OPC) kecuali atas permintaan khusus sementara untuk penggunaan konstruksi di masyarakat menggunakan Portlan Composite Cement (PCC) atau Portlan Pozzolan Cement (PPC). Penelitian ini menggunakan semen portland composite. Kriteria semen yang digunakan merujuk pada spesifikasi teknis dari semen portland komposit yang digunakan untuk konstruksi umum (SNI 15-7064-2004). Bahan anorganik di PCC mencakup terak tanur, senyawa silikat pozolan, batu kapur, dengan kandungan total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit. Persyaratan tambahan kandungan kimia SO₃ untuk

semen portland komposit maksimum 4,0%.

Dalam standar SNI 15-7064-2004 juga mengatur syarat fisika, diantaranya persyaratan tentang waktu pengikatan dengan alat vicat yang ditetapkan sebagai berikut :

Tabel.1 Syarat Fisika.

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	Hasil
1	Waktu pengikatan awal dengan alat vicat:	menit	45	110
	- pengikatan awal	menit	375	
	- pengikatan akhir			

Agregat.

Pasir dan batu pecah untuk bahan konstruksi di Kalimantan Timur tidak berasal dari produksi lokal tetapi di impor dari Kabupaten Palu Sulawesi Tengah, karena pasir dan batu pecah lokal tidak memenuhi persyaratan teknis. Maka untuk mengurangi ketergantungan pada impor bahan beton mencoba memanfaatkan limbah abu batubara Lati Berau yang ada di daerah setempat.

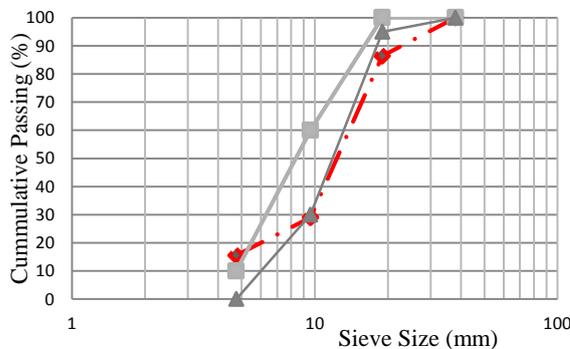
Agregat merupakan salah satu bahan pengisi beton, maka peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 60%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan campuran beton. Agregat halus umumnya dianggap lebih kecil / lolos dari saringan No 4 (4,75 mm) sedangkan agregat kasar dianggap lebih besar / tertahan dari saringan No 4 (4,75 mm).

Untuk metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat menggunakan standar Nasional Indonesia SNI 03-1969-1990 untuk agregat kasar dan untuk agregat halus menggunakan SNI 03-1970-1990. Adapun spesifikasi teknis agregat

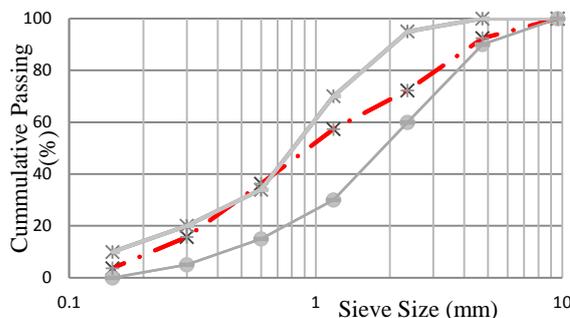
mengacu pada ASTM C 33-90 Standar spesifikasi untuk campuran beton.

Analisa Saringan

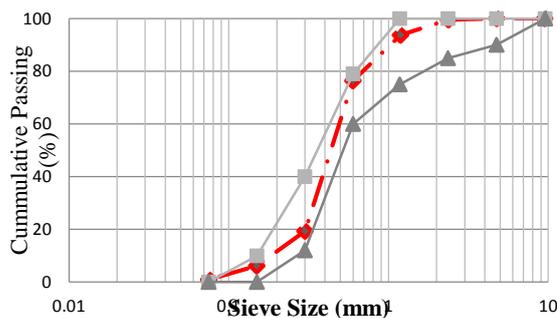
Dalam Gambar 1 sampai gambar 3 berturut-turut menunjukkan grafik gradasi batu pecah, gradasi pasir dan gradasi pond ash yang digunakan dalam penelitian ini. Gradasi butiran pasir yang digunakan memenuhi kategori zona 1, sedangkan untuk agregat kasar distribusi butirannya dirancang untuk butiran dengan diameter maksimum 20 mm sesuai standar SNI 03-2834-2000.



Gambar.1 Gradasi koral ukuran maksimum 20 mm.



Gambar.2 Gradasi agregat pasir masuk Zona 1.



Gambar.3 Gradasi pond ash masuk Zona 3.

Rancangan Campuran

Untuk setiap jenis variasi dibuat benda uji beton berupa Silinder dengan ukuran diameter 100 mm, tinggi 200 mm. Beton dirancang menggunakan standar Nasional Indonesia. Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mixer, agregat disiapkan dalam kondisi kering permukaan jenuh (SSD) sebelum dilakukan pencampuran.

Benda uji yang telah dicetak dibiarkan dalam cetakan selama 24 jam dan setelah itu dibuka dari cetakan untuk dilakukan perawatan lebih lanjut. Perawatan dilakukan dengan merendam benda uji dalam air selama 28 hari, dengan masing-masing 2 benda uji. Perendaman dilakukan untuk memperoleh kondisi benda uji dalam keadaan jenuh sampai tidak lagi ada gelembung udara.

Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman langsung ditimbang di dalam air diperoleh berat dalam air. Selanjutnya benda uji di lap pada bagian permukaannya untuk memperoleh berat kering muka (SSD). Terakhir benda uji di keringkan pada terik matahari beberapa hari sampai diperoleh berat yang tetap sebagai berat kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pond Ash.

Penggunaan pond ash di Industri beton dapat mengurangi limbah abu batubara (pond ash), melestarikan sumber daya alam dan mengurangi dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia serta makhluk hidup. Karena di Indonesia, banyak pembangkit listrik tenaga uap berbahan baku batubara yang membuang limbah dengan sistem kolam endapan yang menjadi pond ash.

Pond ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pond ash batubara dari pembangkit listrik PT. Berau Coal di Lati Kabupaten Berau, Kalimantan Timur.

Semen

Komponen oksida Portland Composite Cement (PCC) yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel.2 Komponen oksida PCC.

No	Oksida	(%)
1	SiO ₂ (Silica)	19.44
2	Al ₂ O ₃ (Alumina)	0.52
3	Fe ₂ O ₃ (Iron)	2.36
4	CaO (Lime)	64.25
5	MgO (Magnesia)	0.48
6	SO ₃ (Sulfuric anhydride)	0.35

Agregat.

Beberapa sifat fisik pasir dan batu pecah tercantum dalam Tabel 3. Berdasarkan hasil analisis pengujian berat jenis dan penyerapan untuk semua agregat yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel-3. Hasil pengujian karakteristik Pasir dan Batu pecah.

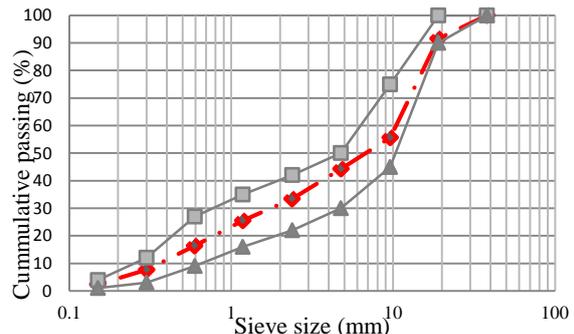
No	Karakteristik	Pasir	Batu Pecah
1	Bobot isi (kg / l)	1,362	1,522
2	Berat jenis SSD	2,547	2,718
3	Penyerapan (%)	1,40	0,80
4	Abrasion Los Angeles (%)	---	16,6

Gradasi Gabungan Agregat.

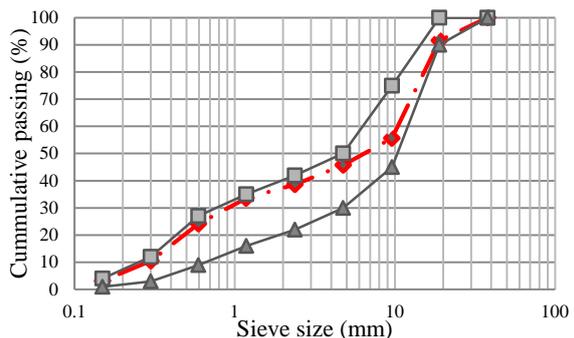
Berdasarkan hasil analisis saringan untuk campuran beton yang terdiri dari bahan pasir, batu pecah dan pond ash, maka variasi gabungan bahan dirancang sesuai dengan komposisi berdasarkan spesifikasi yang ditentukan dalam SNI 03-2834-2000. Variasi komposisi campuran pada awalnya dihitung dengan cara percobaan prosentase gradasi gabungan pasir terhadap batu pecah tanpa menambahkan pond ash diperoleh perbandingan 37,5% pasir dan 62,5% batu pecah. Hasil gabungan gradasi diplotkan dalam grafik gabungan gradasi agregat seperti pada gambar 4.

Variasi komposisi selanjutnya dengan menetapkan prosentase batu pecah 62,5% sedangkan prosentase pasir berkurang beebanding dengan penambahan pond ash.

Total prosentase gabungan ketiga bahan tersebut tetap 100%, hasilnya diplotkan dalam grafik gradasi gabungan dari ketiga bahan (pasir, batu pecah dan pond ash) diperoleh hasil bahwa keempat variasi tersebut memenuhi persyaratan gradasi gabungan seperti terlihat pada gambar 4 dan gambar 5 batas maksimal pond ash.



Gambar 4. Gradasi gabungan pasir 37,5% : pond ash 0% : batu 62,5%.



Gambar 5. Gradasi gabungan pasir 17,5% : pond ash 20% : batu 62,5%.

Komposisi Campuran.

Lima variasi komposisi campuran dibuat untuk mengetahui kuat tekan betonnya yang dibuat dari limbah pond ash dengan setiap jenis variasi ditetapkan sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat agregat gabungan dan satu variasi beton normal tanpa pengganti pond ash. Variasi dengan kandungan 0% pond ash merupakan komposisi kuat tekan kontrol/pembanding. Untuk setiap jenis variasi dibuat benda uji beton berupa Silinder dengan ukuran diameter 100 mm, tinggi 200 mm.

Beton dirancang dengan menggunakan kuat tekan efektif $f'c$ 25 MPa dengan nilai

faktor air semen ditetapkan sebesar 0,49 sesuai rancangan campuran beton berdasarkan SK.SNI. 03-2847-2002. Karakteristik dari masing-masing variasi beton dengan lima jenis variasi tersebut

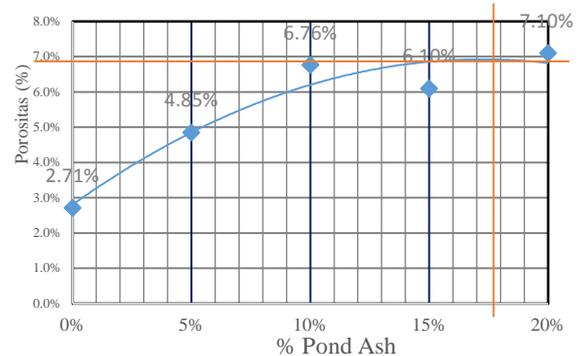
diberikan pada Tabel 4. Pencampuran beton dilaksanakan dengan mixer yang mana sebelum dicampur agregat disiapkan dalam kondisi Saturated Surface Dry (SSD).

Tabel 4. Komposisi Campuran.

No.	Bahan	Satuan	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5
1	Cement	(kg/m ³)	404.08	404.08	404.08	404.08	404.08
2	Water	(ltrs)	200.88	240.96	281.03	321.10	361.18
3	Pond ash	(%)	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
4	Pond ash	(kg/m ³)	0.00	48.84	97.69	146.53	195.37
5	Sand	(kg/m ³)	666.89	577.97	489.05	400.14	311.22
6	Stone Crushed	(kg/m ³)	1,128.15	1,128.15	1,128.15	1,128.15	1,128.15
7	Concrete Density	(kg/m ³)	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00

Jumlah benda uji yang disiapkan disesuaikan dengan jumlah variasi komposisi campuran yang digunakan, dan jumlah benda uji per pengujian. Pengujian penyerapan atau porositas beton dilaksanakan setelah perendaman 28 hari dengan menggunakan masing-masing 2 benda uji. Dengan demikian total benda uji yang dibuat secara keseluruhan dengan variasi 5 jenis komposisi pond ash sebagai pengganti agregat halus pasir sebanyak 10 (sepuluh) buah.

Porositas dalam suatu material dapat dinyatakan dalam persen (%) rongga fraksi volume dari suatu rongga yang ada dalam material tersebut. Besarnya porositas pada suatu material bervariasi mulai 0% sampai 90% tergantung dari jenis dan aplikasi materialnya. Hasilnya perhitungan nilai porositas dalam campuran beton yang dibuat dengan tambahan pond ash, seperti ditunjukkan pada grafik gambar 9 diperoleh nilai porositas optimum terhadap variasi kadar pond ash, sebagai berikut :



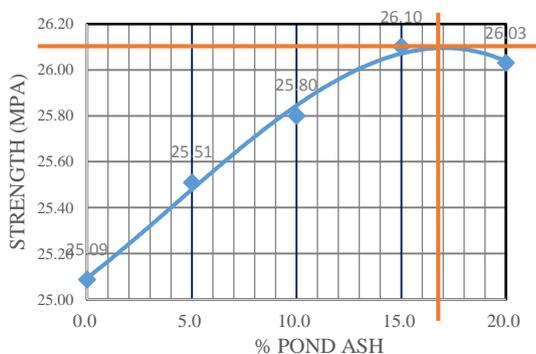
Gambar 9. Grafik hubungan porositas dengan kadar pond ash.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa penyerapan atau porositas campuran beton untuk masing-masing komposisi, meningkat dengan bertambahnya kadar pond ash. Peningkatan penyerapan atau porositas dalam campuran beton meningkat sesuai dengan peningkatan kadar pond ash, tetapi pada pond ash 15% terjadi penurunan dan pada kadar pond ash 20% sedikit naik, peningkatannya porositas cenderung lebih lambat bahkan perkembangan mulai mengalami stabil. Beton yang dibuat dengan menggunakan abu batubara sebagai pengganti agregat halus mengembangkan porositas yang lebih besar bila dibandingkan dengan beton normal/kontrol yang dibuat tanpa bahan pengganti pond ash. Porositas atau penyerapan yang dihasilkan dalam

campuran beton variasi campuran bahan pengganti dapat mencapai berturut-turut 4,85%; 6,76%; 6,10% dan 7,10% dari porositas pada beton normal/ kontrol yang nilainya 2,71%.

Apabila kita bandingkan dengan hasil dari pengujian kuat tekan betonnya, pola grafik yang terjadi serupa dengan grafik peningkatan persentase porositas campuran beton pond ash bahkan terdapat kesamaan pola grafiknya, hal ini perlu mendapat kajian yang lebih luas dan dalam.

Pola peningkatan kekuatan tekan beton pond ash dapat digambarkan seperti gambar 10, berikut:



Gambar 10. Grafik peningkatan kekuatan tekan beton pond ash.

Berdasarkan analisa porositas pada campuran beton menggunakan pond ash sebagai pengganti sebagian pasir (agregat halus) dari masing-masing komposisi dan dengan menggunakan bantuan grafik polynomial diperoleh porositas optimum sebesar 6,90% pada komposisi pond ash 17,3%, sedikit berbeda dengan peningkatan kekuatan tekan optimum terjadi pada komposisi pond ash 16,8%.

KESIMPULAN

Dari uraian dan analisa diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan pond ash dari pembangkit listrik di Lati Kabupaten Berau Kalimantan Timur sebagai pengganti pasir untuk campuran beton mengalami peningkatan porositas atau penyerapan dalam campuran beton seperti perilaku peningkatan terhadap kekuatan tekan beton.

Hasil penelitian ini berbeda dengan teori yang menyatakan semakin padat campuran beton, semakin tinggi tingkat kepadatan maka semakin besar kekuatannya, sebaliknya semakin renggang beton, semakin besar porositas beton, kekuatan beton semakin kecil/rendah dan semakin lemah. Tetapi dalam penelitian ini terjadi kebalikannya dikarenakan nilai penyerapan bahan pond ash sangat tinggi dibanding dengan penyerapan bahan pasir dan batu pecah, wajar apabila nilai porositas dalam campuran juga meningkat sesuai peningkatan komposisi pond ash nya. Karena partikel pond ash sangat halus termasuk Zona 3, maka dapat mengisi celah-celah antara agregat halus dan agregat kasar, membuat beton semakin rapat/padat walau porositasnya besar.

Rekomendasi, bahan pond ash limbah abu batubara dapat dimanfaatkan untuk campuran beton karena dapat mengurangi ketergantungan impor bahan pasir untuk konstruksi di Kalimantan Timur, maka penggunaan bahan pond ash sebagai pengganti pasir masih menguntungkan, ekonomis dan mengurangi pencemaran lingkungan.

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam campuran beton dengan bahan pengganti pond ash untuk memastikan perilaku peningkatan porositas berbanding lurus dengan peningkatan kuat tekan beton. Juga perilaku kekuatan lainnya, misalnya kekuatan tarik belah, kuat lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annual Book of ASTM C 33-90. 1992. Standard specification for concrete aggregates.
- [2] Annual Book of ASTM Standars. Section 4 Constructions, Volume 04.02. 1992. Concrete Aggregates, Philadelphia.
- [3] Durán-Herrera, A; Juárez C.A; Valdez, P; Bentz, D.P, 2011. Evaluation of sustainable high-volume fly ash concretes. Cement &

- Concrete Composites 33 (2011) 39–45. email: www.elsevier.com/locate/cemconcomp.
- [4] Hardjito, Djwantoro and Fung, Shaw Shen, 2010. Parametric Study on the Properties of Geopolymer Mortar Incorporating Bottom Ash. *Concrete Research Letters* Vol. 1(3) September 2010, page 115-124.
- [5] http://bisnis.news.viva.co.id/news/read/138777-pltu_200mw_dibangun_di_kalimantan_timur . Di akses pada tanggal 16 Mei 2015, 18:11
- [6] <http://diskominfo.kaltimprov.go.id/berita-pltu-teluk-balikpapan-ditarget-beroperasi--2015-.html> Di akses pada tanggal 16 Mei 2015, 17:42
- [7] <http://lampost.co/berita/pln-hadapi-kendala-tangani-limbah-abu-batubara> Di akses pada tanggal 16 Mei 2015, 15:21
- [8] Kadam, M.P., and Patil, DR.Y.D., 2013. Effect of Bottom Ash as sand replacement on the properties of concrete with different W/C/ ratio, *International Journal of Advanced Technology in Civil Engineering*, ISSN: 2231 –5721, Volume-2, Issue-1.
- [9] Quan, Hongzhu., 2011. The Effects of Change in Fineness of Fly Ash on Air-Entraining Concrete. . In *The Open Civil Engineering Journal*, 2011, 5, 124-131.
- [10] Singh, Malkit; Siddique, Rafat., 2013. Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on properties of concrete, *Resources, Conservation and Recycling* 72 (2013) 20– 32.
- [11] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1969-1990. 1990. Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.
- [12] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1970-1990. 1990. Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.
- [13] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2834-2000. 2000. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, Departemen Pekerjaan Umum.
- [14] Teuku Ishlah dan Hendro Fujiono, 2008. Evaluasi konservasi sumber daya batubara di sekitar Tanjung Redep Kabupaten Berau Kalimantan Timur, Subdit Konservasi Kementerian ESDM.
- [15] Tim Kajian Batubara Nasional. 2006. Batubara Indonesia, Kelompok Kajian Kebijakan Mineral dan Batubara, Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara.
- [16] Tumingan, M. W Tjaronge, Rudy Djamaluddin and Victor Sampebulu, 2014. Compression Strength Of Concrete With Pond Ash As Replacement Of Fine Aggregate, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 9, No. 12, December 2014.
- [17] Wegen, Gert van der; Hofstra, Ulbert; Speerstra, John., 2013. Upgraded MSWI Bottom Ash as Aggregate in Concrete, *Waste Biomass Valor* DOI 10.1007/s12649-013-9255-6
Received: 18 October 2012 / Accepted: 10 June 2013.

