

PENGARUH PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN ABU BOYLER KELAPA SAWIT TERHADAP EFISIENSI PENGGUNAAN SEMEN PADA KONTRUKSI BETON

Karya Sinulingga¹

¹ Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan, Indonesia 20221, karyasinulinggakarya@yahoo.co.id

Diterima 5 Februari 2014, disetujui untuk publikasi 26 Februari 2014

Abstrak Tujuan jangka panjang yang ingin dicapai adalah untuk memanfaatkan limbah sekam padi dan kelapa sawit dari hasil pertanian untuk meningkatkan efisiensi penggunaan semen dalam bidang konstruksi beton. Berdasarkan hasil XRD SiO_2 pada Abu Boyler Kelapa Sawit 0,831 Wt%, pada Abu Sekam Padi 0,842 Wt%, pada beton 0,918 Wt%, sedangkan pada beton dengan campuran

Abu Sekam Padi 5% SiO_2 0,903 Wt%, pada campuran Abu Boyler Kelapa Sawit 5% 0,885 Wt%, dan pada campuran Abu Sekam Padi 2,5% dan Abu Boyler Kelapa Sawit 2,5% sebesar 0,695 Wt%.

Dari uji mekanik menunjukkan dengan penambahan campuran terhadap beton menghasilkan kekuatan tekan meningkat dan modulus Elastisitas meningkat. Sedangkan dengan penambahan campuran terhadap beton berdasarkan lama perendaman menghasilkan kekuatan tekan meningkat, modulus Elastisitas meningkat

Kata kunci:

Abu sekam padi,
Abu kelapa sawit,
Sifat mekanik, dan
Sifat fisis

Pendahuluan:

Beton adalah bahan bangunan yang paling luas dipakai di dunia. Produksinya secara global berkisar 4 milyar m^3 setahunnya, dengan semen sekitar 1,25 milyar ton setahun (Nugraha dan Antoni, 2007). Beton merupakan campuran dari semen agregat halus dan kasar, pasir serta air, dengan adanya rongga-rongga udara. Sebagai material komposit sifat beton sangat bergantung pada interaksi antara material pembentuknya. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun

jumlahnya hanya 7-15 % dari campuran. Penggunaan bahan pengganti sebagian semen (SCM) melalui komposisi campuran yang inovatif akan mengurangi jumlah semen yang digunakan sehingga dapat mengurangi emisi gas-gas rumah kaca dan penggunaan konsumsi energi fosil bumi pada industri semen (Bakri dan Baharuddin, 2009). Penggunaan perekat atau matriks keramik atau anorganik untuk serat alami mulai dikembangkan di berbagai negara termasuk penggunaan serat alami sekam padi dan abu kelapa sawit.

Mortar yang menggunakan abu kelapa sawit yang berasal dari Malaysia (Salihuddin, 1993, dalam Muhandi, dkk, 2004) dan Thailand (Hussin, 1997, dalam Muhandi dkk, 2004) sebagai pengganti sebagian semen menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum diperoleh pada kadar abu kelapa sawit 20 % dan 30 %. Beton ringan mungkin dapat dibuat dari sekam padi karena sifat serat sekam padi pada campuran beton dapat mengurangi kerapatan beton (Jaubertie *et al.*, 2000).

Sekam padi merupakan residu pertanian dari proses penggilingan padi. BPS (2011) melaporkan bahwa produksi padi tahun 2011 berdasarkan ARAM I-2011 diperkirakan sebesar 67,31 juta ton GKG naik 895,86 ribu ton (1,35 persen) dibanding tahun 2010 sebesar 66,41 juta ton GKG. Hal ini berarti bahwa Indonesia menghasilkan 13.462 ton sekam padi pada tahun 2011.

KAJIAN LITERATUR DAN PEGEMBANGAN HIPOTESIS

Abu Sekam Padi merupakan bahan berlignosellulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Silika Abu Sekam Padi dalam bentuk kristalin (quartz dan opal) dan amorf terkonsentrasi pada permukaan luar dan sedikit dipermukaan dalam (Bakri dan Baharuddin, 2009). Kandungan kimia Abu Sekam Padi terdiri atas 50 % sellulosa, 25-30 % lignin, dan 15-20 % silika (Ismail dan Waliuddin, 1996). Porositas Abu Sekam Padi yang sangat tinggi menyebabkan Abu Sekam Padi dapat menyerap air dalam jumlah banyak (Kaboosi, 2007).

Reaktifitas antara silika dalam Abu Sekam Padi dengan Kalsium hidroksida dalam pasta semen dapat berpengaruh dalam peningkatan mutu beton (Harsono, 2002). Habeeb *and* Fayyadh (2009) melaporkan peningkatan

kehalusan Abu Sekam Padi akan meningkatkan kekuatan campuran beton, ini karena peningkatan aktivitas pozzolanik dan karena Abu Sekam Padi bertindak sebagai mikrofiller dalam matriks beton.

Abu Boiler Kelapa Sawit bakar abu merupakan limbah agro-akibat pembakaran residu minyak sawit pabrik Abu Boiler Kelapa Sawit industri. Malaysia, Indonesia dan Thailand adalah utama produsen minyak sawit, yang merupakan kas pertanian terkemuka tanaman di negara-negara tropis (Safiuddin, *et.al.*,2010). Setelah pembakaran, abu yang dihasilkan, yang dikenal sebagai POFA (Palm oil Fuel Ash), umumnya dibuang di lapangan terbuka, sehingga menciptakan masalah lingkungan dan kesehatan. Dalam rangka untuk mencari solusi untuk masalah ini, beberapa studi telah dilakukan untuk memeriksa kelayakan menggunakan POFA dalam konstruksi bahan.

Untuk membantu pembuangan limbah dan pemulihan energi, cangkang dan serat ini digunakan lagi sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap pada penggilingan minyak sawit. Setelah pembakaran dalam ketel uap, akan dihasilkan 5% abu (oil palm ashes) dengan ukuran butiran yang halus. Abu hasil pembakaran ini biasanya dibuang dekat pabrik sebagai limbah padat dan tidak dimanfaatkan.

Abu Boiler Kelapa Sawit dari sisa pembakaran cangkang dan serabut buah Abu Boiler Kelapa Sawit mengandung unsur kimia Silika (SiO_2) sebanyak 31,45 % dan unsur Kapur (CaO) sebanyak 15,2 %. Jika unsur silika (SiO_2) ditambahkan dengan campuran beton, maka unsur silika tersebut akan bereaksi dengan kapur bebas $Ca(OH)_2$ yang merupakan unsur lemah dalam beton menjadi gel CSH baru. Gel CSH merupakan unsur utama yang

mempengaruhi kekuatan pasta semen dan kekuatan beton.

Al khalaf *and* Yousif (1984) melaporkan bahwa sampai dengan penggantian 40% semen dengan Abu Sekam Padi dapat dibuat dengan tidak ada perubahan signifikan dalam kuat tekan dibandingkan dengan campuran control (beton tanpa Abu Sekam Padi). Lebih lanjut Mortar yang menggunakan Abu Boiler Kelapa Sawit yang berasal dari Malaysia sebagai pengganti sebagian semen menghasilkan kuat tekan maksimum pada penambahan Abu Boiler Kelapa Sawit 20 % (Salihuddin, 1993, dalam Muhandi, dkk, 2004). Campuran mortar dengan Abu Boiler Kelapa Sawit yang berasal dari Thailand menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum diperoleh pada kadar Abu Boiler Kelapa Sawit 30 % (Hussin, 1997 dalam Muhandi dkk, 2004). Objektifitas penelitian ini adalah mencari komposisi yang ideal dalam meningkatkan mutu beton melalui penambahan Abu Sekam Padi dalam material penyusunnya.

Sesuai dengan perkembangan teknologi, keperluan beton yang kukuh dan kuat mempunyai kriteria beton mutu tinggi juga selalu berubah sesuai dengan kemajuan, dengan tingkat mutu itu beton yang berhasil dicapai. Pada tahun 1950an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan sebagai beton mutu tinggi. Pada tahun 1960an hingga awal 1970an, kriterianya lebih lazim menjadi 40 MPa. Saat ini, disebut mutu tinggi untuk kuat tekan diatas 50 MPa dan 80 MPa sebagai beton mutu sangat tinggi, sedangkan 120 MPa bisa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi (Pujiyanto, *dkk*, 2009).

Sifat-sifat positif dari beton antara lain relatif mudah dikerjakan serta dicetak sesuai dengan keinginan, tahan terhadap tekanan, dan tahan terhadap cuaca. Sedangkan sifat-sifat negatifnya antara

lain tidak kedap terhadap air (permeabilitas beton relatif tinggi), kuat tarik beton rendah, mudah terdesintegrasi oleh sulfat yang dikandung oleh tanah (Murdock, 1991). Sifat positif dan negatif dari beton tersebut ditentukan oleh sifat-sifat material pembentuknya, perbandingan campuran, dan cara pelaksanaan pekerjaan (Sudipta dan Sudarsana, 2009).

Menurut Metha ahli beton berkebangsaan India (1986) bahwa beton dapat dibedakan berdasarkan berat isi beton dan kuat tekan beton. Terhadap isi beton dapat diklasifikasikan pada tiga kategori umum yaitu:

1. Beton Ringan (*Light Weight Concrete/LWC*)
Beton ringan mempunyai berat 1800 kg/m³. Pada beton ini terdapat banyak sekali agregat yang diterapkan misalnya agregat sintesis (agregat alam) yang diproses atau dibentuk sehingga berubah karakteristik mekanisnya.
2. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*)
Beton yang mempunyai berat 2400 kg/m³ dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.
3. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*)
Beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya > 3200 kg/m³.

Sifat-sifat beton yang telah mengeras mempunyai arti yang penting selama masa pemakaiannya. Sifat-sifat penting dari beton yang telah mengeras antara lain: kekuatan tekan beton dan kekuatan tarik belah beton. Perilaku mekanik beton keras merupakan kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan.

Fungsi utama semen adalah sebagai bahan perekat. Bahan-bahan semen terdiri dari batu kapur (gamping) yang mengandung senyawa: Calcium Oksida (CaO), lempung atau tanah liat (*clay*) adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO₂), Aluminium Oksida (Al₂O₃), Besi Oksida (Fe₂O₃) dan Magnesium Oksida (MgO). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk klinker. Klinker kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gipsium. Fungsi utama dari semen adalah untuk mengikat partikel agregat yang terpisah sehingga menjadi satu kesatuan. Bahan dasar pembentuk semen adalah :

- a. 3CaO.SiO₂ (*tricalcium silikat*) disingkat C3S (58% - 69%), senyawa ini dapat mengeras dalam beberapa jam dan disertai dengan pelepasan sejumlah energi panas. Kuantitas senyawa yang terbentuk selama proses pengikatan berlangsung mempengaruhi kekuatan beton dan umur awal pada 14 hari pertama.
- b. 2CaO.SiO₂ (*dicalcium silikat*) disingkat C2S (8% - 15%) reaksi berlangsung sangat lambat dan disertai dengan pelepasan sejumlah energi panas secara lambat. Senyawa berpengaruh terhadap perkembangan kekuatan beton dari umur 14 sampai seterusnya. Semen Portland yang mempunyai kandungan C2S yang cukup banyak ketahanan terhadap agresi kimia dan penyusutan kering relatif rendah dan memberikan kontribusi terhadap awet beton.
- c. 3CaO.Al₂O₃ (*tricalcium aluminate*) disingkat C3A (2% - 15%) senyawa C3A mengalami proses hidrasi dengan cepat dan

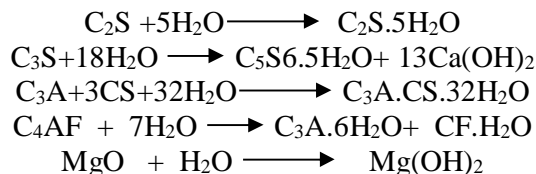
disertai dengan pelepasan sejumlah energi panas. Senyawa ini mempengaruhi proses pengikatan awal tetapi kontribusinya terhadap kekuatan beton kecil. Dan kurang tahan terhadap agresi kimia dan paling berpeluang mengalami disintegrasi (perpecahan) oleh sulfat yang dikandung air tanah dan kecenderungan yang tinggi mengalami keretakan akibat perubahan volume.

- d. 4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃ (*tetracalcium alummoferrit*) disingkat C4AF (6-14%) sekalipun proporsinya C4AF cukup besar dari semen, kontribusi terhadap sifat-sifat beton tidak ada. Senyawa C4AF dapat merubah reaksi kimia C2F menjadi C4AF.

Setting dan hardening adalah pengikatan dan pengerasan semen yang terjadi setelah reaksi hidrasi. Semen bila dicampur dengan air akan menghasilkan pasta yang plastis, dan dapat dibentuk (*workable*), yang berlangsung beberapa waktu fase ini disebut *fase dorman*(periode tidur).

Pada tahapan selanjutnya semen mulai mengeras, walau pun masih ada yang lemah, namun sudah tidak dapat dibentuk (*unworkable*), periode ini disebut *initial set*. Selanjutnya pasta semen melanjutkan kekuatannya sehingga didapat padatan yang utuh dan bias yang disebut *hardened semen pasta*. Kondisi ini disebut final set. Selanjutnya semen meneruskan kekuatannya proses ini disebut dengan hardening.

Reaksi pengerasan Semen:



Agregat halus adalah pengisi yang berupa pasir, agregat yang terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan (Dipohusodo, 1999). Agregat halus yang baik harus bebas dari bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton ataupun batako. Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya. Adapun komposisi senyawa kimia yang terkandung dalam pasir adalah: 90,30% SiO₂, 0,58% Fe₂O₃, 2,03% Al₂O₃, 4,47% K₂O, 0,73% CaO, 0,27% TiO₂ dan 0,02% MgO (Sulistiyono. E. 2005). Akan tetapi sebaiknya pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat.

Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh abu Sekam sekitar 20-30% dari bobot gabah. Penggunaan energi abu Sekam bertujuan untuk menekan biaya pengeluaran untuk bahan bakar bagi rumah tangga petani. Penggunaan Bahan Bakar Minyak yang harganya terus meningkat akan berpengaruh terhadap biaya rumah tangga yang harus dikeluarkan setiap harinya. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh abu Sekam sekitar 20-30%,

dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah.

Abu Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan. Oleh karena itu dewasa ini Abu Sekam Padi banyak digunakan sebagai tambahan pada material konstruksi. Abu Sekam Padi merupakan bahan berlignosellulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Silika amorf terbentuk ketika silikon teroksidasi secara termal. Biasanya silika amorf memiliki kerapatan 2.21 gr/cm³ (Harsono, 2002).

Reaktifitas antara silika pada Abu Sekam Padi dengan kalsium hidroksida pada Beton dapat meningkatkan mutu beton (Harsono, 2002). Silika Abu Sekam Padi dalam bentuk kristalin (*quartz* dan *opal*) dan amorf terkonsentrasi pada bagian permukaan luar dan sedikit pada bagian dalam abu Sekam (Jauberthie *et al.*, 2000). Hal ini mengakibatkan peningkatan ketahanan beton baik terhadap chloride, sulfat, dan serangan air laut dengan penambahan Abu Sekam Padi melalui penelitian Putrajaya (2012).

Menurut Putrajaya (2012) Reaksi pozzolanik menghasilkan produk yang mengisi pori yang telah ada diantara butiran semen dan hasil dalam kalsium silikat hidrat yang padat. Ditinjau data komposisi kimiawi Abu Sekam Padi mengandung beberapa unsur kimia penting seperti dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimiawi Abu Sekam Padi

No.	Komposisi	Persentase Komposisi
1.	SiO ₂	94.5
2.	Al ₂ O ₃	1.05
3.	Fe ₂ O ₃	1.05
4.	CaO	0.25
5.	MgO	0.23
6.	SO ₄	0.13
7.	CaO bebas	-
8.	Na ₂ O	0.78
9.	K ₂ O	1

Sumber : Herlina (2005)

Penambahan Abu Boiler Kelapa Sawit sebagai bahan pozzolan dalam konstruksi beton telah menjadi semakin meluas dalam beberapa tahun terakhir, dan tren ini diperkirakan akan terus berlanjut di tahun mendatang karena perkembangan teknologi, ekonomi dan keuntungan ekologisnya. Untuk mengurangi pembuangan limbah dan pemulihan energi, maka cangkang dan serat Abu Boiler Kelapa Sawit digunakan kembali sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap pada penggilingan minyak sawit. Setelah pembakaran dalam ketel uap, akan dihasilkan 5% abu (oil palm ashes) dengan ukuran butiran yang halus. Abu hasil pembakaran ini biasanya dibuang dekat pabrik sebagai limbah padat dan tidak dimanfaatkan. Irianti, (2009) penggunaan abu ketel Abu Boiler Kelapa Sawit terbukti mampu meningkatkan kekuatan beton dengan menciptakan adukan beton yang lebih kental dan kuat. Menurut hasil penelitian Muhardi, Iskandar, dan Rinaldi (2004), bahwa penambahan Abu Boiler Kelapa Sawit terhadap mortar sebagai bahan pozolan dapat meningkatkan kuat tekan pada campuran Abu Boiler Kelapa Sawit 15 %, dengan nilai kuat tekan (26 MPa) atau naik 21,88 % dari mortar normal yaitu 21,3 MPa. Hal ini karena kandungan kalsium hidroksida dari

proses hidrasi berkurang melalui reaksinya dengan silika dioksida dalam pozzolan. Kuat tekan beton terbaik ditunjukkan pada penggantian beton 15% dengan POFA.

Abdul Awal dan Warid Hussin (2010) melaporkan bahwa penambahan abu Boiler kelapa (POFA) mampu mengurangi panas hidrasi beton, dan menunda terjadinya kenaikan suhu puncak. Sata, et al. (2004) beton berkekuatan tinggi yang dibuat penambahan dengan POFA menunjukkan bahwa beton yang mengandung hingga 30% Abu Boiler Kelapa Sawit memberikan kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton portland biasa pada usia lanjut.

METODE PENELITIAN

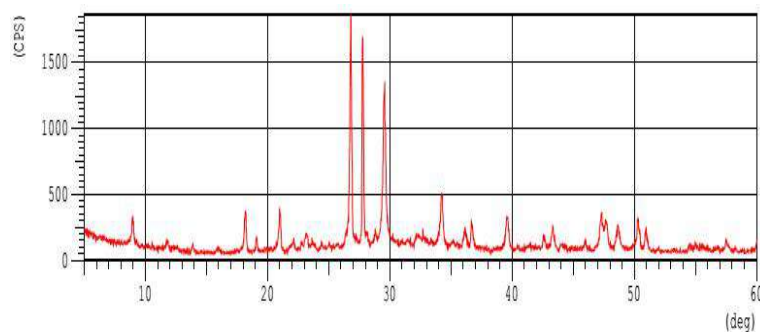
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Departemen Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan mulai Februari 2013 dengan pembuatan dan pencetakan sampel sampai dengan pengujian kuat tekan beton, modulus Elastisitas, daya serap air dan berat jenis beton. Sedangkan analisa XRD dilakukan di Laboratorium Jurusan Fisika Unimed dan Analisa SEM dan EDX dilakukan di BATAN Tangerang, Banten.

Teknik XRD digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Karakterisasi *X-Ray Diffractometry* (XRD), yang digunakan dalam temperature ruang dengan menggunakan alat Shimadzu XRD 600 X-ray diffractometer (40 kV, 30 mA), dengan menggunakan nikel untuk menyaring radiasi CuK α dimana laju scanning yang digunakan adalah dari 0,01⁰/CPS pada range $2\theta = 5^0 - 60^0$. Analisis morfologi permukaan dan kandungan unsur yang terkandung di

dalam sampel Bentonit alam, digunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Pada sampel yang tidak konduktif maka permukaan perlu dilapisi emas atau pladanium. Lensa kondensor digunakan untuk mengontrol ukuran dan sudut sebaran elektron pada sampel. Elektron yang diteruskan akan melewati lensa objektif, intermediate, dan proyektor sehingga akan menghasilkan gambar sampel yang telah diperbesar oleh layar sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

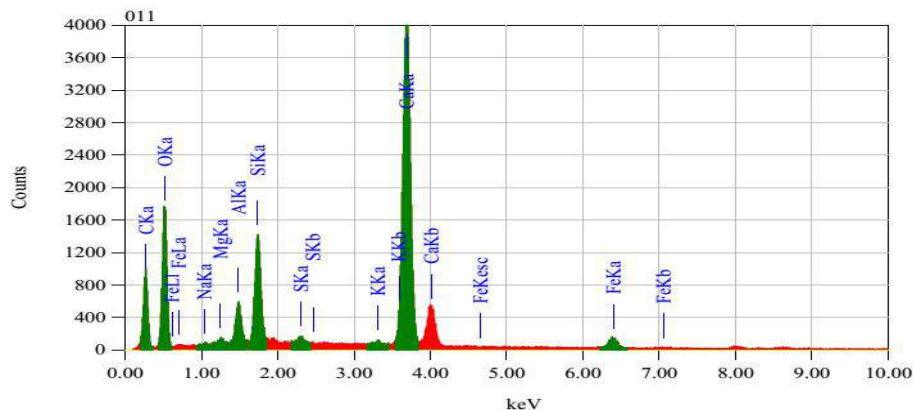
Kuat tekan beton terbesar pada usia 60 hari adalah pada campuran Abu Sekam Padi 2.5 % + Abu Boiler Kelapa Sawit (SPKS) 5 % yaitu sebesar 567.55 kg/cm^2 dan di ikuti oleh campuran Abu Sekam Padi (ASP) 5 % sebesar 560 kg/cm^2 diikuti oleh campuran Abu Boiler Kelapa Sawit (AKS) 5% sebesar 448 kg/cm^2 . Sedangkan untuk beton tanpa campuran masih lebih rendah yaitu sebesar $445,78 \text{ kg/cm}^2$.



XRD Abu Sekam Padi + Abu Boiler Kelapa Sawit 5%

Hal ini mungkin terjadi karena diduga ASP dan AKS mengandung SiO_2 yang amorf dimana pada saat hidrasi semen dengan air akan terhidrolisa yang menghasilkan kalsium hiroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan Kalsium silikathidrat (C-Si-Hgel) yang mana C-S-Hgel adalah merupakan bahan pengikat pada beton.

Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) bereaksi dengan SiO_2 yang amorf dari Abu Sekam Padi (ASP) Abu Boiler Kelapa Sawit (AKS) menghasilkan C-Si-Hgel yang baru sehingga dapat menambah daya ikat pada beton yang selanjutnya menghasilkan kuat beton yang lebih baik.



Spektrum Beton Dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Abu Boiler Kelapa Sawit

Untuk modulus Elastisitas beton yang terbesar terdapat pada campuran Abu Sekam Padi 2.5 % + Abu Boiler Kelapa Sawit 2.5 % (SPKS) 5 % sebesar 26848.18 MPa di ikuti oleh campuran Abu Sekam Padi (ASP) 5 % sebesar 27311.65 MPa sedangkan untuk beton tanpa campuran lebih rendah yaitu sebesar 26131.78 MPa. Kecendrungan kenaikan modulus Elastisitas terjadi pada penambahan campuran Abu Sekam Padi (ASP) maupun campuran Abu Boiler Kelapa Sawit (AKS) pada posisi tertentu seiring dengan kenaikan kuat tekan beton pada penambahan campuran Abu Sekam Padi (ASP) maupun Abu Boiler Kelapa Sawit (AKS) yang berarti beton tersebut bersifat lebih getas. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai modulus Elastisitas beton akan naik seiring dengan bertambahnya kuat tekan beton. daya serap air beton pada usia 60 hari tampak bahwa nilai daya serap air terendah berada pada beton campuran Abu Sekam Padi (ASP) 5 % sebesar 1.197 % dan diikuti oleh beton tanpa campuran sebesar 1.219 % dan selanjutnya untuk semua beton dengan campuran ASP dan AKS maupun ASPKS mengalami kenaikan yang tidak terlaeu signifikan. Hal ini mungkin terjadi karena Abu Sekam Padi (ASP) maupun Abu Boiler Kelapa Sawit (AKS) yang tidak tereliminasi yang mempunyai daya serap air yang lebih besar dibandingkan terhadap beton.

KESIMPULAN

Dalam Penelitian ini diperoleh dari hasil Uji Mekanik dan Fisis menunjukkan bahwa penambahan campuran (Abu Sekam Padi, Abu Boiler Kelapa Sawit, dan keduanya) ideal pada beton berada pada komposisi penambahan campuran 5%. Hal ini ditunjukkan oleh nilai hasil uji mekanik dan fisis pada berbagai komposisi terhadap lamanya waktu perendaman.

Berdasarkan hasil XRD SiO_2 pada Abu Boiler Kelapa Sawit 0,831 Wt%, pada Abu Sekam Padi 0,842 Wt%, pada beton 0,918 Wt%, sedangkan pada beton dengan campuran Abu Sekam Padi 5% SiO_2 0,903 Wt%, pada campuran Abu Boiler Kelapa Sawit 5% 0,885 Wt%, dan pada campuran Abu Sekam Padi 2,5% dan Abu Boiler Kelapa Sawit 2,5% sebesar 0,695 Wt%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya pencampuran pada beton mengakibatkan kandungan SiO_2 pada beton berkurang dan berdasarkan penambahan tersebut kandungan SiO_2 yang signifikan mendekati nilai kandungan SiO_2 pada beton adalah kandungan beton dengan campuran Abu Sekam Padi 5%. Berdasarkan analisis SEM EDX terlihat bahwa permukaan morfologi beton dengan campuran Abu Sekam Padi lebih kasar dibandingkan campuran yang lainnya dan dengan morfologi beton tanpa campuran. Dari data yang menunjukkan kuat tekan, modulus Elastisitas, daya serap air, dan berat jenis dapat disimpulkan komposisi yang lebih baik pada beton dengan campuran Abu Sekam Padi 5%. Hal ini dikarenakan beton dengan campuran Abu Sekam Padi 5% memiliki Kekuatan Tekan yang tinggi dan Penyerapan Air yang rendah dibandingkan dengan komposisi lain yang dianggap dapat meningkatkan mutu dan kualitas beton.

REFERENSI

- Abdul Awal A.S.M. and M. Warid Hussin. Influence of palm oil fuel ash in Reducing Heat of Hydration of Concrete. *Journal of Civil Engineering (IEB)*, 38 (2) (2010) 153-157. Malaysia.
- Al Khalaf and Yousif. 2003. Use of Rice Husk Ash in Concrete. [http://dx.doi.org/10.1016/0262-5075\(84\)90019-8](http://dx.doi.org/10.1016/0262-5075(84)90019-8), How to Cite

- or [Link](#) Using DOI. Diakses pada 20 Maret 2012
- Bakri dan Baharuddin. 2009. Absorpsi Air Komposit Beton Abu Sekam Padi dengan Penambahan Pozzolan Abu Sekam Padi dan Kapur pada Matriks Beton. *Jurnal Perennial*, 6(2) : 70-78
- Bui, D.D., Hu, J., and Stroeven, P. 2005. Particle size effect on the strength of rice husk ash blended gap-graded Portland cement concrete. *Cement and Concrete Composites*. 27(3): 357–366.
- Habeeb G.A. and Fayyadh M.M. 2009. Rice Husk Ash Concrete: the Effect of RHA Average Particle Size on Mechanical Properties and Drying Shrinkage. *Australian Journal of basic and Applied Sciences*. 3(3):1616-1622. ISSN 1991-8178.INSInet Publication
- Harsono, H. 2002. Pembuatan Silika Amorf dari Limbah Abu Sekam Padi. *Jurnal ILMU DASAR*. 3 (2): 98 -103.
- Herlina F.Silvia. 2005. Kajian Pemanfaatan Abu Sekam Padi Untuk Stabilisasi Tanah dalam Sistem Pondasi di Tanah Ekspansi. <http://www.pu.go.id/publik/IND/Produk/SEMINAR/Kolokium2005.06/Pdf>.
- Irianti L. dan Eddy P. 2009. Penggunaan *Accelerator* Pada Beton Abu Ketel Sebagai Upaya Mempercepat Laju Pengerasan. *Jurnal Rekayasa Vol.13 No.1, April 2009*. Lampung.
- Ismail, M. S. and Waliuddin, A. M. 1996. Effect of Rice Husk Ash on High Strength Concrete. *Construction and Building Materials*. 10 (1): 521 – 526
- Jauberthie, R., Rendell, F. Tamba, S. and Cisse´, I. K. 2000. Origin of the Pozzolanic Effect of Rice Husks. *Construction and Building Materials*. 14: 419 – 423.
- Kaboosi, K. 2007. The Feasibility of Rice Husk Application as an Envelope Material in Subsurface Drainage System. Islamic Azad University, Science and Research Branch. Tehran, Iran.
- Muhardi, Sitompul, IR & Rinaldi, 2004, *Pengaruh Penambahan Abu Sawit terhadap Kuat Tekan Mortar*, Seminar Hasil Penelitian Dosen, Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- Murdock, L. J., Brook dan Hindarko. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Pujianto, As'at. Tri Retno Y.S. Putro, dan Oktania Ariska, 2009. *Beton Mutu Tinggi dengan Admixture Superplastiziser dan Aditif silicafume*, jurusan teknik sipil fakultas teknik universitas muhammadiyah, Yogyakarta.
- Putrajaya, R. 2012. Properties of Concrete Containing Rice Husk Ash Under Aggressive Environments Subjected to Wetting and Drying. Disertasi. Universiti Sains Malaysia, Malaysia.
- Safiuddin Md. Mohd Zamin Jumaat, M. A. Salam, M. S. Islam and R. Hashim. 2010. Utilization of Solid Wastes Construction Materials. *International Journal of the Physical Sciences* Vol. 5(13), pp. 1952-1963, 18 October, 2010. Available online at <http://www.academicjournals.org/IJPS>. ISSN 1992 - 1950 ©2010 Academic Journals
- Sata, V, Jaturapitakkul C, Kiattikomol K (2004). Utilization of Palm Oil Fuel Ash in High-Strength Concrete. *ASCE J. Mater. Civil Eng.*, 16: 623-628.

- Sudipta I.G.K. *dan* Sudarsana K. 2009.
Permeabilitas Beton dengan
Penambahan Styrofoam. Jurnal
Ilmiah Teknik Sipil Vol. 13, No.
2, Juli 2009
- Sulistiyono, E. 2005. *Kajian Proses
Ekstraksi Unsur Besi dari Pasir
Kuarsa. Serpong. Pusat
Penelitian Metalurgi LIPI.*