

INOVASI BETON RINGAN DAN EKONOMIS MENGGUNAKAN ABU SEKAM PADI, SERBUK BATA RINGAN, ABU BATU

*Dian Arumningsih Diah Purnamawanti¹, Kusdiman Joko Priyanto², Gunarso³

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan

^{*)} Email : dian.arumningsih@lecturer.utp.ac.id

ABSTRACT

Lightweight concrete is concrete that has light aggregate or a mixture of light coarse aggregate and natural sand as a substitute for coarse aggregate provided that it does not exceed the maximum concrete weight of 1850 kg/m³ and must meet the compressive strength and tensile strength requirements of light weight concrete for structural purposes. In order to obtain light weight concrete, material innovation with light density and economy is required, namely by using rice husk ash waste as a cement substitute, then light brick waste is used as a fine aggregate substitute material. The purpose of this study was to determine the effectiveness of using rice husk ash, light brick powder and stone ash to increase the compressive strength and density of lightweight concrete. The amount of cement used was 340 kg/m³, so that optimum results were obtained by using rice husk ash 10% by weight of cement, then light brick powder, namely 75% and 25% by weight of fine aggregate. The concrete compressive strength plan made was 30 MPa aged 28 days, with a cylindrical specimen with a diameter of 15 x 30 cm. Rice husk ash can be used as a cement substitution material because it contains compounds present in cement, the largest content of which is silica of 71.08%. From this research it can be obtained the percentage of the use of waste materials, namely rice husk ash 10% by weight of cement, 75% light brick powder and 25% stone ash from fine aggregate. Innovation concrete with rice husk ash waste, lightweight brick powder in this study is lighter than lightweight concrete without innovation. And more efficient by Rp. 142,818.54 or 16 % more economical.

Keyword: *Lightweight Concrete, Compressive Strength, and Economical*

ABSTRAK

Beton ringan lightweight concrete adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat kasar dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural. Untuk memperoleh berat beton ringan diperlukan inovasi material dengan berat jenis ringan serta ekonomis yaitu dengan menggunakan limbah abu sekam padi sebagai substitusi semen, kemudian limbah bata ringan yang digunakan sebagai material pengganti agregat halus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas penggunaan abu sekam padi, serbuk bata ringan dan abu batu terhadap peningkatan kuat tekan dan berat isi beton ringan. Jumlah semen yang digunakan 340 kg/m³, sehingga didapatkan hasil optimum penggunaan abu sekam padi 10 % dari berat semen, kemudian serbuk bata ringan yaitu 75 % dan 25 % dari berat agregat halus Rencana kuat tekan beton yang dibuat yaitu 30 MPa umur 28 hari, dengan benda uji silinder berdiameter 15 x 30 cm. Abu sekam padi dapat digunakan sebagai material substitusi semen karena mengandung senyawa yang ada dalam semen, kandungan terbesarnya yaitu silika sebesar 71.08 %. Dari penelitian tersebut dapat diperoleh prosentase penggunaan material limbah yaitu abu sekam padi 10 % dari berat semen, serbuk bata ringan 75 % dan abu batu 25 % dari agregat halus. Beton Inovasi dengan limbah abu sekam padi, serbuk bata ringan pada penelitian ini lebih ringan daripada beton ringan tanpa inovasi. Dan lebih hemat sebesar Rp. 142,818.54 atau 16 % lebih ekonomis.

Kata kunci: tuliskan 3-5 kata kunci yang terkait dengan isi makalah

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Salah satu bahan yang penting dalam pembangunan infrastruktur adalah beton. Asosiasi Semen Indonesia (ASI) mencatat konsumsi semen domestik pada tahun 2021 mencapai 66,21 juta ton, naik dari 2020 yang sebesar 62,51 juta ton. Namun, tingginya tingkat produksi semen menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap lingkungan. Pembuatan semen berkontribusi pada peningkatan kadar karbon dioksida (CO₂) di atmosfer. Dengan semakin pesatnya pertumbuhan dan perkembangan teknologi di bidang konstruksi, yang terus mendorong kita lebih memperhatikan standar mutu serta produktivitas kerja, yang tentunya akan berperan dalam meningkatkan sebuah pembangunan konstruksi yang lebih berkualitas. Salah satunya adalah beton ringan / lightweight concrete [1]. Beton ringan / lightweight concrete adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat kasar dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural [2] [3]. Untuk memperoleh berat beton ringan diperlukan inovasi material dengan berat jenis ringan serta ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan limbah abu sekam padi sebagai substitusi semen, kemudian limbah bata ringan dan abu batu yang digunakan sebagai material pengganti agregat halus. Limbah sekam padi merupakan limbah dari hasil penggilingan padi yang belum termanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Pada penelitian ini memanfaatkan limbah sekam padi sebagai substitusi semen. Abu sekam padi mengandung silika sebanyak 87% - 97% berat kering setelah mengalami pembakaran sempurna [4]. Limbah bata ringan merupakan limbah pecahan atau sisa – sisa potongan pada saat pengerjaan pemasangan bata ringan yang sering dibiarkan menumpuk

sehingga menjadi sampah di lingkungan masyarakat, sulit didaur ulang, dan memiliki nilai jual yang sangat rendah. Bata ringan banyak digunakan sebagai penyusun dinding karena sifatnya yang ringan serta ukurannya yang lebih fleksibel. Pada penelitian ini memanfaatkan limbah bata ringan sebagai bahan pengganti sebagian dari agregat halus [5]. Penggunaan struktur beton menyebabkan tingginya permintaan material pasir. Agregat buatan menjadi pilihan untuk bahan campuran beton, untuk itu dibutuhkan inovasi guna Salah satunya agregat buatan adalah abu batu. Abu batu merupakan produk hasil sisa dari proses penghancuran batu oleh stone crusher dan dapat dimanfaatkan untuk campuran beton [6]

Tinjauan pustaka

Beton Ringan

Beton normal merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat sendiri mencapai 2400 Kg/m³. Untuk mengurangi beban mati pada suatu struktur beton maka telah banyak dipakai jenis beton ringan. Menurut SNI 03-2847-2002, beton dapat digolongkan sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1900 Kg/m³.

Beton ramah lingkungan serta ekonomis

Beton ramah lingkungan atau beton hijau green concrete didefinisikan sebagai beton yang menggunakan bahan limbah sebagai salah satu komponennya, atau proses produksinya tidak menyebabkan kerusakan lingkungan [7].

Sement Portland

Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan, yang digiling bersama bahan utamanya. Bahan utama penyusun semen adalah Kapur (CaO), Silika (SiO₂), dan Alumina (Al₂O₃). Fungsi utama semen pada beton adalah mengikat butir – butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga – rongga udara diantara butir – butir agregat.

Abu Sekam Padi

Sekam padi merupakan produk limbah pertanian yang diproduksi dalam jumlah besar secara global setiap tahunnya. Sekam padi banyak ditemukan di tempat penggilingan padi, dan produksinya cukup besar sekitar 20% sampai 30% dari berat padi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2021, jumlah produksi gabah kering di Indonesia adalah 54,42 juta ton. Abu sekam padi yang akan digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Abu Sekam Padi

Pada penelitian ini digunakan abu sekam padi berwarna putih keabu – abuan yang berarti proses Abu sekam padi mengandung silika sebanyak 87% - 97% berat kering setelah mengalami pembakaran sempurna.

Agregat Halus (Serbuk Bata Ringan)

Bata ringan adalah bata berpori dengan berat jenis lebih ringan dari bata merah, yaitu 600 – 1600 Kg/m³ tergantung mixed design komposisi campuran [8]. Pada era saat ini bata ringan banyak digunakan masyarakat sebagai bahan konstruksi bangunan sebagai pengganti bata merah, karena pada pengaplikasian bata ringan tersebut lebih mudah dan praktis dalam menghemat material dan efisiensi waktu pengerjaan

Agregat Halus (Abu Batu)

Abu batu merupakan hasil penggerusan dari produksi batu pecah. Abu batu merupakan abu yang mengandung banyak silika, besi, dan kapur walaupun dalam kadar yang rendah. Dari setiap daerah komposisi abu batu digunakan dalam adukan beton terutama untuk memperbaiki sifat dari beton [9]. Abu batu mengandung senyawa silika yang sangat halus yang bersifat amorf sehingga mampu mengeras bila dicampur dengan semen. Senyawa yang terjadi antara silika amorf dan kapur adalah senyawa silikat kalsium yang sukar larut dalam air. Agregat halus yang akan digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Abu batu

Air

Air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut : Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan – bahan merusak mengandung oli, asam, garam, bahan organik, atau bahan – bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis secara langsung dan objektif dengan menghasilkan suatu analisa mengenai inovasi beton ringan mutu tepat 30 Mpa ramah lingkungan dengan menggunakan abu sekam padi [10], serbuk bata ringan dan abu batu. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan studi pustaka dan penelitian eksperimen di laboratorium. Teknik ini bertujuan untuk mencari data – data yang relevan dengan jenis penelitian yang akan dilaksanakan. Selain itu, data yang didapat dari studi pustaka akan membantu bagi penulis untuk memperluas wawasan dalam menyelesaikan penelitian. Setelah melakukan studi pustaka mengenai inovasi beton ringan mutu tepat 30 mpa ramah lingkungan dengan menggunakan abu sekam padi, serbuk bata ringan, di laboratorium. Penelitian dilanjutkan dengan menghitung Gravity Spesific material, Chemical Elemen Analysis. Beberapa mix design dibuat dan diuji untuk mengetahui w/c optimum dan kadar abu sekam padi, serbuk bata ringan, dan optimum agar mencapai berat beton ringan, kuat tekan dan slump test yang diharapkan pengujian ini dilakukan menggunakan silinder 15 x 30 cm tiap mix design. Setelah mendapatkan mix design yang optimal, lalu hasil pengujian berat beton ringan, slump test, dan kuat tekan. Konsep inovasi pada penelitian ini menggunakan abu sekam padi sebesar 10% sebagai substitusi semen, serbuk bata ringan sebesar 75% sebagai substitusi agregat halus, dan 25% sebagai substitusi agregat halus.

Benda uji

Benda uji yang digunakan adalah silinder 15 x 30 cm dan di uji kuat tekan pada umur 14 dan 28 hari. Jumlah sampel yang di buat adalah 3 silinder sampel untuk masing-masing umur beton, sehingga total jumlah sampel adalah 6 silinder sampel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Uji Material

Semen

- a. Semen yang digunakan adalah semen PCC Tiga Roda
- b. Gravity Spesific : 3,15 gr/cm³.

Abu Sekam Padi

Kandungan senyawa abu sekam padi selengpnya disajikan pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Handheld XRF Kandungan Senyawa Abu Sekam Padi

Element		Conc. [%]	Stddev. [%]
Magnesium Oxide	MgO	0.54	0.32
Silicon Oxide	SiO ₂	71.08	0.49
Phosphorus	P	0.38	0.02
Sulfur	S	0.09	0.01

Element		Conc. [%]	Stddev. [%]
Potassium Oxide	K ₂ O	1.73	0.02
Calcium	Ca	1.18	0.01
Titanium	Ti	0.02	0.00
Manganese	Mn	0.15	0.01
Iron	Fe	0.41	0.01
Copper	Cu	0.01	0.00
Zinc	Zn	0.03	0.00
Strontium	Sr	0.01	0.00
Magnesium Oxide	MgO	0.54	0.32

Serbuk Bata Ringan

- Bata ringan yang digunakan dari limbah dari pabrik bata ringan daerah Wonogiri, Jawa Tengah.
- Berat Jenis
 Berat jenis Bulk : 1.415 gr/cm³
 Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) : 1.510gr/cm³
 Berat jenis semu : 1.564 gr/cm³
- Penyerapan : 6.686 %
- Analisis saringan

Adapun hasil uji analisis saringan serbuk bata ringan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Analisis Saringan Agregat Halus (Serbuk Bata Ringan)

Ukuran No.	Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persen berat tertahan (%)	Persen berat tertahan kumulatif (%)	Persen berat lolos kumulatif (%)
16	1.2	0	0	0	0
20	0.85	0	0	0	0
30	0.6	0	0	0	100
50	0.3	67	33.5	33.5	66.5
100	0.15	89	44.5	78	22
200	0.075	38	9	97	3
Pan		6	3	100	0
Total		200	100	309	
Modulus Halus Butir (MHB)				3.284	

Abu Batu

Abu batu yang digunakan adalah abu batu dari Sragen, Jawa Tengah.

- Berat Jenis
 Berat jenis Bulk : 2.267 gr/cm³. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) : 2.326 gr/ cm³. Berat jenis semu : 2.408 gr/ cm³
- Penyerapan : 2.567 %
- Kadar lumpur : 2.437 %
- Analisis saringan

Hasil uji analisis saringan abu batu ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Analisis Saringan Agregat Halus (Abu Batu)

Ukuran No.	Lubang ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persen berat tertahan (%)	Persen berat tertahan kumulatif (%)	Persen berat lolos kumulatif (%)
16	1.2	0	0	0	0
20	0.85	0	0	0	0
30	0.6	0	0	0	100
50	0.3	251	50.2	50.2	49.8
100	0.15	158	36.1	18.8	18.2
200	0.075	73	14.6	96.4	3.6
Pan		18	3.6	100	0
Total		500	100	328	
Modulus Halus Butir (MHB)				3.284	

Split Berpori

- Abu batu yang digunakan adalah abu batu dari Sragen, Jawa Tengah.
- Berat Jenis
Berat jenis Bulk : 1.915 gr/cm³. Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) : 2.000gr/cm³. Berat jenis semu : 2.093gr/cm³
- Penyerapan : 4.463%
- Ukuran split bepori yang digunakan 20 mm

Mix Design

Perencanaan Mix Design beton mengacu pada SNI 7656-2012. Dengan rencana kuat tekan beton ringan yaitu 30 MPa dengan rencana umur 28 hari. Hasil analisis mix design ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Mix Design

Water Binder				
Slump Test				
Material	Berat jenis	Persentase (%)	Berat (m ³)	Silinder 1
Kadar udara	0	19.51	340	2.343
sement	3150	2.17	37.78	0.260
Abu sekam padi	1212	19.51	170	1.172
Air	1000	19.51	1.51	0.010
Sika Visconcrete 1003	1000	17.71	309	2.127
Bata ringan	1510	35.15	613	4.223
Abu Batu	2326	19.51	272	1.877
Total			1743	

Uji Mutu Beton

Hasil uji kuat tekan beton pad umur 14 dan 28 hari di tunjukkan pada tabel 5 dan tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil uji tekan beton umur 14 hari

No. sampel	Berat beton (kg)	Bacaan Dial (kN)	Hasil kuat tekan umur 14 hari	Rata-rata (Mpa)
1	9.560	470	26.6	26.12
2	9.525	450	25.46	

No. sampel	Berat beton (kg)	Bacaan Dial (kN)	Hasil kuat tekan umur 14 hari	Rata-rata (Mpa)
3	9.545	465	26.31	

Tabel 6. Hasil uji tekan beton umur 28 hari

No. sampel	Berat beton (kg)	Bacaan Dial (kN)	Hasil kuat tekan umur 14 hari	Rata-rata (Mpa)
1	9.195	540	30.56	
2	9.280	530	29.99	30.75
3	9.340	560	31.69	

Berdasarkan hasil pengujian pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata 30.75 Mpa artinya masih lebih besar dibandingkan dengan beton konvensional 30 Mpa. Berat beton inovasi juga lebih ringan dibandingkan dengan beton konvensional yang bisa mencapai rata-rata 9.680 kg dengan ukuran silinder yang sama.

Rencana Anggaran Biaya

Perbandingan harga beton ringan inovasi dan beton ringan tanpa inovasi dapat menghemat biaya sebesar Rp. 142,818.54 atau 16 % lebih ekonomis. Adapun perbandingan harganya ditunjukkan pada tabel 7 sebagai berikut. Harga dasar bahan yang digunakan adalah pada wilayah surakarta.

Tabel 7. Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

No.	Material	Harga satuan (Rp)	RAB Beton Inovasi		RAB Beton Konvensional			
			Volume	sat	Harga 1 m ³	Volume	sat	Harga 1 m ³
1	Air	Rp. 50,00	170	lt	Rp. 50,00	170	lt	Rp. 8.880
2	Semen	Rp. 1.325.000	340	kg	Rp. 1.325.000	410	kg	Rp. 543.250
3	Abu Sekam Padi	Rp. 50,00	37.78	kg	Rp. 50,00	-	kg	-
4	Pasir	Rp. 158.000	308.69	kg	Rp. 158.000	813	kg	Rp. 128.466
5	Abu Batu	Rp. 120.000	613	kg	Rp. 120.000	-	kg	-
6	Serbuk Bata Ringan	Rp. 100.000	-	kg	Rp. 100.000	-	kg	-
7	Split Berpori	Rp. 150.000	272.34	kg	Rp. 150.000	-	kg	-
8	Batu Apung	Rp. 172.000	-	kg	Rp. 172.000	172	kg	Rp. 29.584
9	Sika Visconcrete 1003	Rp. 80.000	1.51	lt	Rp. 80.000	2.22	lt	Rp. 177.600
Total					Rp. 744.961.94			Rp. 887.780, 48
Selisih					Rp. 142.818.54			

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Abu sekam padi dapat digunakan sebagai material substitusi semen karena mengandung senyawa yang ada dalam semen, kandungan terbesarnya yaitu silika (silicone oxide) sebesar 71.08 %.
- Beton Inovasi dengan limbah abu sekam padi, serbuk bata ringan dan abu batu pada penelitian ini lebih ringan daripada beton ringan tanpa inovasi.
- Beton Inovasi dengan limbah abu sekam padi, serbuk bata ringan dan abu batu pada penelitian ini lebih hemat sebesar Rp. 142,818.54 atau 16 % lebih ekonomis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI, "Cement_and_Concrete_Terminology," vol. 19, 2000.
- [2] SNI 03 – 2847 - 2002, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," Bandung, 2002.
- [3] D. E. Dixon *et al.*, "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91) Chairman, Subcommittee A," 1991.
- [4] P. A. Handayani, E. Nurjanah, and W. D. P. Rengga, "PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI SILIKA GEL," *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, vol. 3, no. 2, Dec. 2014, doi: 10.15294/jbat.v3i2.3698.
- [5] B. Demirel, "The effect of the using waste marble dust as fine sand on the mechanical properties of the concrete," 2010. [Online]. Available: <http://www.academicjournals.org/IJPS>
- [6] B. Zamzam Nurjaman, E. Walujodjati, and J. Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut Jl Mayor Syamsu No, "Pengaruh Penggunaan Agregat Abu Batu Sebagai Pengganti Agregat Halus Alami Terhadap Sifat-Sifat Beton." [Online]. Available: <http://jurnal.sttgarut.ac.id/>
- [7] K. H. Obla, "What Is Green Concrete ?," 2009. [Online]. Available: www.astm.org.
- [8] T. Mulyono, "TEKNOLOGI BETON," 2015. [Online]. Available: <http://www.unj.ac.id>
- [9] T. R. Raswitaningrum, R. Fajar, and A. Setiawan, "Pengaruh Abu Batu Terhadap Kuat Tekan Beton Pasca Pembakaran," 2019.
- [10] R. S. Bie, X. F. Song, Q. Q. Liu, X. Y. Ji, and P. Chen, "Studies on effects of burning conditions and rice husk ash (RHA) blending amount on the mechanical behavior of cement," *Cem Concr Compos*, vol. 55, pp. 162–168, 2015, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2014.09.008.