

KUAT TEKAN DAN POROSITAS BETON PCC MENGGUNAKAN CRUMB RUBBER DAN ABU SEKAM PADI DENGAN AIR GAMBUT SEBAGAI MIXING DAN CURING WATER

Arief Rijaldo Fajri ¹⁾, Monita Olivia ²⁾, Gunawan Wibisono ²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email: arief.rijaldo6160@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This study investigates the effect of peat water used on concrete with crumb rubber and rice husk ash as a mixing and curing water. The tests carried out were compressive strength and porosity for 28 days of curing. PCC concrete and PCC with crumb rubber and rice husk ash (PCC-CR-RHA) mixed and cured by clean water as a control, while the other variation were PCC-Peat and PCC-CR-RHA-Peat that are mixed and cured by peat water. PCC-CR-RHA concrete contains 5% of crumb rubber from mass of fine aggregate and 10% of rice husk ash from mass of cement. The results showed that the average compressive strength of both PCC and PCC-CR-RHA with clean water at 28 days were 35,43 MPa, while peat concrete were 16,1% lower with value at 29,72 MPa. The porosity of the specimens with clean water were 10,4% lower than the specimens with peat water. PCC-CR-RHA concrete with peat water had 90% of compressive strength (f'_c) and more durable on peat water than PCC concrete showed by porosity test. The results of tests indicated that peat water can be used for mixing and curing water on PCC-CR-RHA concrete.

Keywords : Peat water, crumb rubber, rice husk ash, compressive strength, porosity, rigid pavement, peat soil

A. PENDAHULUAN

Provinsi Riau merupakan wilayah dengan sebaran lahan gambut terluas ketiga di Indonesia. Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2016, luas lahan gambut Provinsi Riau sebesar 3,86 juta Ha. Data tersebut menunjukkan

bahwasanya konstruksi beton pada kebanyakan daerah Provinsi Riau harus dapat memanfaatkan sumber daya yang didominasi oleh air gambut.

Struktur yang dibangun di atas tanah gambut sangat rentan terjadi keretakan akibat dari daya dukung tanah

gambut yang rendah. Kandungan asam pada gambut juga dapat menyerang tulangan pada beton. Derajat keasambasaan (pH) air gambut memiliki keasaman yang tinggi dan dapat berubah sesuai dengan kondisi cuaca dan faktor lainnya. Semakin rendah pH air rendaman beton, maka semakin tinggi daya serang terhadap beton begitu juga sebaliknya (Pandiangan et al., 2014).

Perkerasan kaku yang dibangun di lingkungan gambut, merupakan salah satu konstruksi yang langsung terpapar gambut. Perkerasan kaku terdiri atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar. Kekuatan perkerasan kaku terletak pada kekuatan beton itu sendiri (Lestari, 2013). Perkerasan kaku memiliki kuat lentur yang rendah, sehingga berpotensi mengalami keretakan akibat dari pembebanan yang kontinu.

Penelitian terdahulu menunjukkan beton yang memiliki f_{cs} 0,3 dengan komposisi 5% *crumb rubber* dari berat agregat halus dan 10% abu sekam padi dari berat semen, memiliki kuat tekan dan kuat lentur masing-masing 36,38 Mpa dan 4,53 MPa pada masa perawatan 28 hari (Abdurrahman, 2019). Sedangkan untuk porositas beton PCC menggunakan *crumb rubber* dan abu sekam mengalami penurunan hingga 43,15% pada umur 28 hari, tetapi memiliki nilai cenderung lebih

tinggi dari pada beton PCC (Qoryati, 2019). Kedua penelitian di atas menjadi rujukan mengenai komposisi optimum beton campuran *crumb rubber* abu sekam padi. Berdasarkan kebutuhan air bersih yang sulit dijumpai di lingkungan gambut, maka dilakukan penelitian beton CR-RHA menggunakan air gambut sebagai air pencampur dan air perawatan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Beton di Lingkungan Gambut

Definisi beton menurut SNI 03-2847:2019 adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton yang terpapar langsung dengan air gambut dapat mengalami kerusakan akibat dari sifat asam salah satunya mengalami korosi pada tulangan baja. Selain itu, reaksi asam gambut terhadap semen terjadi antara senyawa hasil hidrasi semen dengan ion asam yang dapat mengakibatkan pengembangan pada beton hingga beton hancur jika senyawa hasil reaksi dihasilkan terlalu banyak.

B.2 Perkerasan Kaku di Tanah Gambut

Perkerasan kaku memiliki kekuatan lebih tinggi dari perkerasan lentur karena menggunakan material semen

sebagai pengikatnya. Kekuatan perkerasan kaku terletak pada kekuatan mutu beton itu sendiri. Semakin baik mutu beton pelat maka semakin tinggi beban ultimit di atas tanah lunak (Bachtiar & Yusuf, 2010). Salah satu sifat dari perkerasan kaku yaitu memiliki distribusi beban ke tanah yang mencakup area yang cukup luas. Hal ini menyebabkan perkerasan kaku cocok digunakan pada tanah lunak seperti gambut.

B.3 Beton *Crumb Rubber* dan *Rice Husk Ash*

Beton dapat dimodifikasi sifat-sifatnya dengan menambah atau mengganti bahan pencampur pada beton yang direncanakan. Studi parametrik yang dilakukan oleh Abdurrahman (2019) menunjukkan hasil optimasi beton PCC-CR-RHA dengan variasi *crumb rubber* pada angka 5% dari berat agregat halus dan abu sekam padi sebesar 10% dari berat semen, memiliki kuat tekan dan kuat lentur mencapai 36,38 MPa dan 4,53 MPa. Nilai porositas beton PCC-CR-RHA cenderung lebih tinggi dari pada beton PCC karena *crumb rubber* dapat mengikat udara dibagian permukaannya dan sifatnya yang elastis menyebabkan proses pemadatan yang terjadi tidak efisien sehingga dapat meningkatkan jumlah pori pada beton (Qoryati, 2019).

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Pengujian Karakteristik Material

Pengujian karakteristik material meliputi pengujian agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari PT. Mitra Beton, Kampar.

C.2 Perencanaan dan Pembuatan Benda Uji

Mutu benda uji yang direncanakan memiliki kuat tekan rencana 35 MPa. Benda uji dibuat menjadi empat variasi campuran yakni beton PCC normal sebagai beton control, beton PCC-CR-RHA dengan tambahan 5% *crumb rubber* dan 10% abu sekam padi, beton PCC gambut dan PCC-CR-RHA gambut dengan air gambut sebagai air pencampur dan air perawatan. Kedua variasi beton PCC-CR-RHA menggunakan superplasticizer sebanyak 1% dari semen yang digunakan.

Benda uji yang dibuat berjumlah 12 buah dengan cetakan silinder berukuran 105x210 mm untuk pengujian kuat tekan beton dan 12 buah dengan silinder berukuran 105x105 mm untuk pengujian porositas. Pengujian dilakukan setelah merendam benda uji selama 28 hari.

C.3 Perawatan Benda uji

Proses perawatan dilakukan di dalam air normal dan air gambut. Beton

yang dibuat menggunakan air normal direndam di dalam air normal, begitu pula dengan beton yang dibuat dengan air gambut direndam di dalam air gambut. Perendaman dilakukan selama 28 hari.

C.4 Pengujian Benda uji

C.4.1 Kuat Tekan

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas yang diberikan pada beton sebagai benda uji dengan gaya tekan tertentu oleh mesin uji tekan hingga mengalami kehancuran. Kuat tekan beton ($f'c$) dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (I)$$

Dengan:

- $f'c$: Kuat tekan beton (MPa)
- P : Beban aksial (N)
- A : Luas permukaan benda uji (mm^2)

Kaloush et al. (2004) menyatakan kuat tekan beton semakin berkurang seiring bertambahnya volume *crumb rubber* pada beton dikarenakan volume pori udara akibat permukaan *crumb rubber* meningkat.

C.4.2 Porositas

Uji porositas bertujuan untuk mengetahui persentase pori atau ruang kosong yang berada di dalam beton terhadap volume beton. Semakin tinggi nilai porositas beton maka semakin banyak volume pori yang terdapat di dalam beton tersebut. Persamaan yang digunakan untuk menghitung porositas adalah sebagai berikut:

$$\text{Porositas} = \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100\% \quad (II)$$

Dengan:

- W_1 : Berat sampel setelah dioven (kg)
- W_2 : Berat sampel setelah direndam/ jenuh ditim-
- W_3 : Berat sampel setelah direndam/ jenuh ditim-

Peningkatan kekedapan beton dapat dilakukan dengan memanfaatkan abu sekam padi yang memiliki kandungan silika tinggi.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Hasil Pengujian Karakteristik

Material

Hasil pengujian karakteristik pada Tabel 1 menunjukkan agregat kasar memiliki berat jenis kondisi SSD atau kering permukaan yaitu 2,56 dengan absorpsi sebesar 1,63%. Nilai keausan yang diperoleh sebesar 40,26 %, nilai tersebut

menunjukkan keausan agregat kasar tidak memenuhi spesifikasi. Nilai tersebut dapat terjadi karena kualitas agregat yang memang kurang baik, namun masih dapat dipergunakan karena nilai nya tidak terlalu jauh dari standar spesifikasi sehingga tidak berpengaruh besar terhadap mutu campuran beton yang dihasilkan. Berat volume agregat kasar yang diuji pada kondisi padat dan gembur masing masing mempunyai nilai 1,493 gr/cm³ dan 1,334 gr/cm³.

Tabel 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar.

Jenis pemeriksaan	Hasil pengujian	Standar spesifikasi
Berat jenis (gr/cm ³)		
a. <i>Apparent Specific gravity</i>	2,63	
b. <i>Bulk Specific gravity</i>	2,52	2,50 -2,70
c. <i>Bulk Specific gravity (ssd)</i>	2,56	
d. <i>Absorption (%)</i>	1,63	2,00 - 7,00
Keausan (%)	40,26	<40
Kadar Air (%)	0,106	3,00 - 5,00
Modulus Kehalusan	6,81	6,00 - 7,10
Berat Volume (gr/cm ³)		
a. Kondisi Gembur	1,334	1,40-1,90
b. Kondisi Padat	1,493	1,40-1,90

Tabel 2 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus.

Jenis pemeriksaan	Hasil pengujian	Standar spesifikasi
Kadar Lumpur	0,64	<5
Berat jenis (gr/cm ³)		
a. <i>Apparent Specific gravity</i>	2,67	2,58-2,83
b. <i>Bulk Specific gravity</i>	2,59	2,58-2,83
c. <i>Bulk Specific gravity (ssd)</i>	2,62	2,58-2,83
d. <i>Absorption (%)</i>	1,16	2,00-7,00
Kadar Air (%)	0,02	3,00-5,00
Modulus Kehalusan	2,98	1,50-3,80
Berat Volume (gr/cm ³)		
a. Kondisi Gembur	1,551	1,40-1,90
b. Kondisi Padat	1,723	1,40-1,90
Kadar Organik	2	< No. 3

Hasil pada Tabel 2 didapat nilai kadar lumpur sebesar 0,64 % dan nilai kadar organik pada warna no.2. Nilai berat jenis kondisi SSD atau kering permukaan sebesar 2,62 dan absorpsi sebesar 1,16 %. Nilai absorpsi yang didapat menunjukkan kemampuan penyerapannya yang rendah dan tidak memenuhi spesifikasi. Modulus kehalusan yang diperoleh sebesar 2,98 . Nilai berat volume yang diuji pada kondisi padat sebesar 1,723 gr/cm³ dan gembur sebesar 1,551 gr/cm³.

D.2 Hasil Pengujian Abu Sekam Padi

Tabel 3 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi

Parameter uji	Satuan	Hasil analisa
K ₂ O	%	0,98
SiO ₂	%	86,92

Al ₂ O ₃	%	1,41
Fe ₂ O ₃	%	0,48
CaO	%	1,77
MgO	%	1,01
Na ₂ O	%	0,05
SO ₃	%	0,46
P ₂ O ₅	%	0,05
LOI	%	7,63

Data di atas diperoleh dari pengujian yang dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang. Hasil pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa abu sekam padi mengandung persentase SiO₂ sebesar 86,92%, Al₂O₃ sebesar 1,41%, dan Fe₂O₃ sebesar 0,48% dengan total berjumlah 88,81%. Kandungan SO₃ sebesar 0,46% dan LOI (*loss on ignition*) sebesar 7,63%. Hasil tersebut mengklasifikasikan abu sekam padi yang digunakan sebagai pozzolan kelas N berdasarkan ASTM C618.

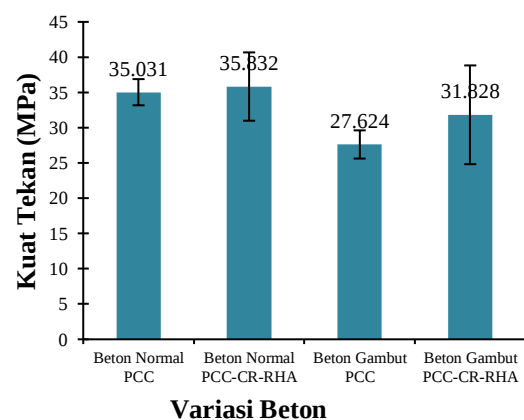
D.3 Hasil Pengujian Air Gambut

Tabel 4 Kandungan Air Gambut

Parameter	Satuan	Permenkes	Hasil
Warna	TCU	Maks. 15	34,60
Kekeruhan	NTU	Maks. 5	15,90
Besi	mg/l	Maks. 0,3	0,8845
Kesadahan	mg/l	Maks. 500	4,59
Khlorida	mg/l	Maks. 250	2,34
Mangan	mg/l	Maks. 0,4	0,2321
Ph	-	6,5-8,5	5,01
Sulfat	mg/l	Makss. 250	68,20
Zat	mg/l	Maks. 10	28,38
DHL	µs/cm	-	7,46

Data di atas diperoleh dari pengujian yang dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang. Tabel 4 menunjukkan bahwa air gambut yang digunakan sebagai air perendaman memiliki pH 5,01 sehingga bersifat asam. Selain itu berdasarkan hasil pengujian di atas dapat dipastikan bahwa air gambut tidak dapat diminum karena memiliki pH air yang lebih rendah dan kandungan besi, tingkat warna, tingkat kekeruhan, dan kandungan zat organik lebih tinggi dari standar maksimum air yang dapat diminum (PERMENKES No. 492, 2010).

D.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan



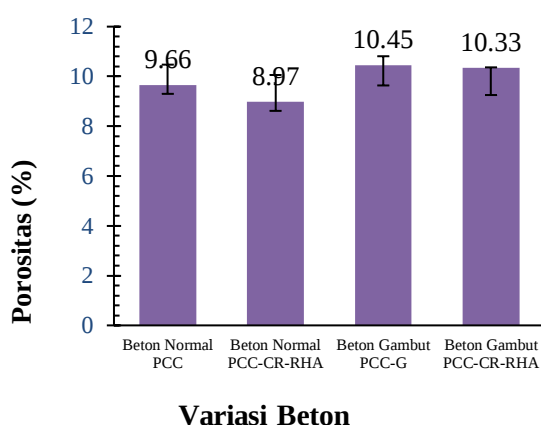
Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan 28 hari

Gambar 1 menunjukkan hasil rata-rata kuat tekan tiga buah benda uji berbentuk silinder 105x210 mm pada umur 28 hari, dapat dilihat variasi beton normal memiliki kuat tekan lebih tinggi daripada beton yang dibuat air gambut. Hal ini disebabkan oleh reaksi yang dialami beton PCC mengalami gangguan akibat serangan

asam air gambut baik dari dalam maupun luar beton karena air gambut berperan sebagai air pencampur dan juga perendaman. Penggunaan air gambut sebagai air pencampur untuk beton masih dapat digunakan karena menghasilkan kuat tekan sekitar 90% dibandingkan kuat tekan rencana awal pada umur 28 hari. (Fadillah, 2017)

Penelitian Abdurrahman (2019) yang merupakan penelitian rujukan menunjukkan hasil kuat tekan beton PCC-CR-RHA pada umur 28 hari sebesar 32,05 MPa, lebih rendah 11,79% dari beton PCC-CR-RHA pada penelitian ini. Hasil tersebut menunjukkan pengaruh dari proses perendaman *crumb rubber* di dalam air sebelum *mixing* untuk membuat kondisi *crumb rubber* jenuh air sehingga tidak mengikat udara pada proses pengerasan beton dan membuat beton lebih kedap serta memiliki kuat tekan yang lebih baik.

D.6 Hasil Pengujian Porositas



Gambar 2. Hasil Uji Porositas 28 hari

Gambar 2 menunjukkan hasil porositas benda uji pada umur 28 hari, dapat dilihat porositas beton PCC pada penelitian ini cenderung lebih tinggi dari pada beton PCC-CR-RHA baik itu menggunakan air biasa maupun air gambut. Namun untuk penurunan nilai porositas, beton PCC lebih baik dengan rata-rata persentase penurunan hingga 5,70% saat mencapai umur 28 hari.

Penelitian Hutapea et al. (2014) menyatakan bahwa mortar dengan semen PCC memiliki porositas terendah pada lingkungan asam dibandingkan dengan tipe jenis semen lainnya dikarenakan ukuran partikel semen PCC lebih seragam dan mengandung banyak mineral pozzolan sehingga menyebabkan beton lebih kedap. Penelitian Ednor (2017) pada mortar abu sekam padi yang terpapar air gambut menyatakan bahwa mortar menjadi lebih kedap dan dapat meningkatkan daya tahan semen seiring dengan bertambahnya umur beton.

Penelitian yang dilakukan Qoryati (2019) yang juga merupakan penelitian rujukan menghasilkan beton PCC-CR-RHA yang memiliki nilai porositas lebih besar daripada beton PCC. Hal tersebut dikarenakan permukaan *crumb rubber* dapat mengikat udara sehingga jumlah pori pada beton lebih banyak. Sedangkan pada penelitian ini, ikatan udara pada *crumb rubber* dapat dikurangi dengan cara

melakukan perendaman *crumb rubber* di dalam air selama 24 jam sebelum melakukan pencampuran beton.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan porositas benda uji dengan umur rendaman 28 hari, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan benda uji (PCC dan PCC-CR-RHA) yang menggunakan air gambut lebih rendah 16,1% dibandingkan yang menggunakan air normal pada umur rendaman 28 hari. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh reaksi air gambut yang menghambat peningkatan kekuatan beton pada masa perawatan.
2. Beton PCC-CR-RHA memiliki porositas lebih rendah 0,4% dibandingkan beton PCC baik menggunakan air normal maupun air gambut. Hal ini dikarenakan *crumb rubber* direndam selama 24 jam terlebih dahulu sebelum proses pembuatan sampel, sehingga *crumb rubber* lebih sedikit mengikat udara dan tidak membuat pori-pori lebih banyak pada beton. Selain itu, abu sekam dapat meningkatkan produksi gel C-S-H yang dapat mengisi pori beton.

E.1 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengaturan gradasi *crumb rubber* agar dapat mengisi pori beton lebih optimal
2. Perlu menambah umur perendaman benda uji agar mendapatkan data yang lebih akurat serta dapat mengetahui batasan peningkatan kekuatan pada beton.

Daftar Pustaka

- Abdurrahman, H. (2019). *Sifat Mekanik Beton Crumb Rubber Dan Abu Sekam Sebagai Material Perkerasan Kaku*.
- Bachtiar, V., & Yusuf, M. (2010). Studi Tentang Penentuan Persyaratan Minimum Untuk Konstruksi Jalan Beton (Rigid Pavement) Di Atas Tanah Lunak Dengan Cara Percobaan Pembebanan Langsung di Lapangan. *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, 1995.
- Ednor, M. (2017). *Kuat Tekan dan Perubahan Berat Mortar Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash) di Lingkungan Gambut*.
- Fadillah, M. L. (2017). Kuat Tekan dan Sifat Fisik Beton OPC, OPC Pofa dan PCC Menggunakan Air Gambut Sebagai Air Pencampur Beton. *Jom*

FTEKNIK, 4(No.1), 1–8.

Hutapea, U., Olivia, M., & Sitompul, I. R.
(2014). *Ketahanan Mortar di
Lingkungan Asam dengan berbagai
Tipe Semen*.

Kaloush, K. E., Way, G. B., & Zhu, H.
(2004). *Properties of Crumb Rubber
Concrete*.

Lestari, I. G. A. A. I. (2013). Perbandingan
Perkerasan Kaku dan Perkerasan
Lentur. *Jurnal Transportasi*, 7(1),
128–134.

Pandiangan, J., Olivia, M., & Darmayanti,
L. (2014). *Ketahan Beton Mutu Tinggi
Di Lingkungan Asam*. 12(7), 1483–
1490.

Qoryati, M. (2019). *Kuat Tekan dan
Porositas Beton Campuran Crumb
Rubber dan Abu Sekam untuk
Material Perkerasan Kaku di Tanah
Gambut*. 8(3), 4–8.

SNI 03-2847. (2013). Persyaratan Beton
Struktural untuk Bangunan Gedung. In
Standar Nasional Indonesia.