

Perilaku Kuat Tekan Beton Konvensional dengan Penambahan *Fiber Reinforced Polymer*

Randy Setiawan¹, Darmawi Safaril², Joelliestian Geri Khaswara³

Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia

Coressponding author: raindiwawan90@gmail.com*

Abstrak

Dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia, banyak terjadi kerusakan pada struktur bangunan yang disebabkan oleh berbagai faktor. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku kuat tekan beton konvensional dengan penambahan Fiber Reinforced Polymer (FRP), serta pengaruh media perendaman air gambut dan air PDAM. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, di mana beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm direndam dalam kedua media tersebut dengan variasi jumlah lapisan FRP (0, 1, 2, dan 3 lapis) yang direkatkan menggunakan cat tembok No Drop. Penemuan menunjukkan bahwa penambahan lapisan FRP meningkatkan kuat tekan beton, dengan nilai tertinggi pada beton 3 lapis yang direndam dalam air PDAM selama 7 hari (31,938 MPa) dan beton tanpa lapisan FRP pada air gambut selama 21 hari (32,580 MPa). Implikasi penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan FRP sebagai perkuatan pada beton konvensional efektif dalam meningkatkan daya tahan dan kekuatan beton, serta pentingnya pemilihan media perendaman dalam menentukan performa beton. Temuan ini dapat menjadi referensi bagi praktisi dan peneliti dalam merancang struktur beton yang lebih kuat dan tahan lama.

Kata kunci: *Fiber Reinforced Polymer (FRP)*, kuat tekan beton, air gambut.

Abstract

In infrastructure development in Indonesia, there is a lot of damage to building structures caused by various factors. To overcome this problem, this research aims to analyse the compressive strength behaviour of conventional concrete with the addition of Fiber Reinforced Polymer (FRP), as well as the influence of peat water and PDAM water soaking media. The research method used was experimental, where cylindrical concrete with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm was immersed in both media with variations in the number of FRP layers (0, 1, 2, and 3 layers) bonded using No Drop wall paint. The findings showed that the addition of FRP layers increased the compressive strength of the concrete, with the highest value in 3-layer concrete immersed in PDAM water for 7 days (31.938 MPa) and concrete without FRP layers in peat water for 21 days (32.580 MPa). The implications of this study indicate that the use of FRP as reinforcement in conventional concrete is effective in increasing the durability and strength of concrete, as well as the importance of the choice of soaking medium in determining concrete performance. The findings can serve as a reference for practitioners and researchers in designing stronger and more durable concrete structures.

Keywords: *Fiber Reinforced Polymer (FRP)*, compressive strength of concrete, peat water

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia semakin pesat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Semakin bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan infrastruktur juga semakin meningkat, maka dari itu dalam dunia infrastruktur perlu memprioritaskan keamanan dan keselamatan dari pengguna bangunan agar aman dan nyaman digunakan (Biomantara & Herdiansyah, 2019; Ismiyati et al., 2016; Palilu, 2022; Sadam et al., 2024; Syarif et al., 2024). Dalam realisasi pembangunan infrastruktur di Indonesia banyak terdapat kerusakan struktur yang terjadi pada bangunan konstruksi yang dapat disebabkan oleh berbagai macam kesalahan baik itu perencanaan, pelaksanaan, ataupun bangunan yang mengalami *overloaded*. Metode yang dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut adalah dengan perbaikan struktur (Mato, 2023).

Perbaikan struktur umumnya bertujuan untuk mengembalikan, memperbaiki, dan memperkuat elemen struktur agar mampu menahan beban sesuai dengan kapasitasnya. *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) telah menjadi bahan alternatif yang banyak digunakan dalam memperkuat struktur beton konvensional (Nahdiyah, 2023; Reski, 2023; Widyaningsih et al., 2016; Yusfar, 2019; Zaki, 2021). Penggunaan FRP memiliki potensi untuk meningkatkan kinerja struktur beton, termasuk daya lekatan antara FRP dan beton, yang menjadi kunci dalam memastikan keberhasilan penguatan struktur karena material ini mempunyai kekuatan dan keawetan yang superior dibandingkan dengan material konvensional seperti baja, khususnya dalam pengaplikasian struktural (Mato, 2023). Jumlah lapisan FRP juga berpengaruh pada perkuatan struktur, kemungkinan yang terjadi yaitu semakin banyak FRP yang ditambahkan atau digunakan maka semakin kuat juga strukturnya.

Air gambut berwarna kecoklatan karena mengandung bahan organik dan mineral (Darmayanti et al., 2022; Masganti et al., 2020; Mawaddah et al., 2014). Selain itu, air gambut mengandung senyawa logam yang cukup tinggi dan bersifat asam, serta memiliki *potential of hydrogen* (pH) yang rendah (Indah & Hendrawani, 2019; Sufra et al., 2024; Wardani, 2013). Sehingga memungkinkan untuk memiliki interaksi yang berbeda dengan permukaan beton dan FRP dibandingkan dengan air PDAM. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana perilaku kuat tekan beton dengan FRP pada beton terpengaruh oleh penggunaan dua jenis media perendaman ini sehingga dari penelitian ini dapat mengetahui pengaruh penggunaan perkuatan struktur dengan FRP di lahan gambut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perilaku kuat tekan antara FRP dan beton konvensional yang diuji tekan, dengan memperhatikan pengaruh dua jenis media perendaman yaitu menggunakan air gambut dan air PDAM. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman perilaku kuat tekan antara *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) dan beton konvensional dengan memperhatikan pengaruh dua jenis media perendaman, yaitu air gambut dan air PDAM. Hasil penelitian menambah wawasan tentang bagaimana lingkungan perendaman memengaruhi interaksi antara FRP dan beton, yang relevan untuk aplikasi di lapangan. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi insinyur dan perancang dalam merancang struktur bangunan yang lebih efisien dan aman, serta

memberikan rekomendasi tentang jumlah lapisan FRP yang optimal dan media perendaman yang sesuai untuk meningkatkan kuat tekan beton. Selain itu, penelitian ini juga membuka jalan untuk penelitian lebih lanjut mengenai material komposit dalam konstruksi dan pengujian dalam variasi kondisi lingkungan yang lebih luas.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan (*experiment*). Penelitian ini akan mengamati perilaku beton yang direndam menggunakan air gambut dan air PDAM menggunakan beton konvensional. Penelitian ini dilaksanakan secara langsung di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak - Kalimantan Barat. Benda uji dibuat dengan cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji yang akan dibuat nantinya akan di uji fisik dan kuat tekan beton setelah berumur 7 hari dan 21 hari. Pengujian ini dilaksanakan kurang lebih 1 (satu) bulan dan mulai dilaksanakan pada tanggal 24 April 2024 sampai dengan 7 Juni 2024 di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Agregat

1. Pengujian Kadar Air Agregat

Dari pengujian kadar air agregat kasar didapat hasil data sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Kadar Air Agregat Kasar

PEMERIKSAAN			I	II
No. Cawan			1	2
Berat cawan	(W1)	(gram)	787	768
Berat cawan + benda uji	(W2)	(gram)	9830	10310
Berat benda uji	(W3 = W2-W1)	(gram)	9043	9542
Berat cawan + benda uji kering oven	(W4)	(gram)	9680	10110
Berat benda uji kering oven	(W5 = W4-W1)	(gram)	8893	9342
			I	II
Kadar air agregat	$= \frac{(W3-W5)}{W5} \times 100\%$		1,69%	2,14%
Rata-Rata			1,91%	

Pada pengujian kadar air agregat kasar hasil yang didapatkan adalah sebesar 1,91% dan memenuhi standarisasi kadar air yang disyaratkan oleh (SNI-03-1971- 1990) yaitu berkisar antara 0-3%. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel agregat kasar tersebut bisa digunakan sebagai campuran beton.

2. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Dari pengujian kadar air agregat halus didapat hasil data sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Kadar Air Agregat Halus

PEMERIKSAAN			I	II
No. Cawan			1	2
Berat cawan	(W1)	(gram)	733	714
Berat cawan + benda uji	(W2)	(gram)	8100	7760
Berat benda uji	(W3 = W2-W1)	(gram)	7367	7046
Berat cawan + benda uji kering oven	(W4)	(gram)	7840	7520
Berat benda uji kering oven	(W5 = W4-W1)	(gram)	7107	6806
			I	II
Kadar air agregat = $\frac{(W3-W5)}{W5} \times 100\%$			3,66%	3,53%
Rata-Rata			3,59%	

Pada pengujian kadar air agregat kasar didapatkan hasil sebesar 3,59% dan nilai ini memenuhi standarisasi kadar air yang disyaratkan oleh (SNI-03-1971- 1990) yaitu berkisar antara 3-5%. Berdasarkan standar uji kadar air, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel agregat halus tersebut bisa digunakan sebagai campuran beton.

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar didapatkan hasil data sebagai berikut:

Tabel 3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

PEMERIKSAAN			I	II	
Berat benda uji jenuh permukaan kering	(Bj)	(gram)	500.19	500.11	
Berat benda uji kering oven	(B2)	(gram)	496.43	495.69	
Berat bejana berisi air	(B3)	(gram)	846.38	846.38	
Berat bejana + benda uji + air	(B1)	(gram)	1157.439	1157.09	
PEMERIKSAAN			I	II	Rata-Rata
Berat jenis bulk/ov	$= \frac{B2}{B3+Bj-B1}$		2.625	2.617	2.621
Berat jenis SSD	$= \frac{Bj}{B3+Bj-B1}$		2.645	2.640	2.643
Berat jenis app	$= \frac{B2}{B3+B2-B1}$		2.678	2.680	2.679
Penyerapan	$= \frac{Bj-B2}{B2} \times 100\%$		0,757%	0,892%	0,825%

Dari hasil pengujian berat jenis dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis agregat kasar sebesar 2,64 dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 s/d 2,83. Pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu sebesar 2-7, nilai *absorption* diperoleh sebesar 0,82 berarti agregat kasar tersebut dalam keadaan basah. Hal ini disebabkan material yang diperiksa telah terkena hujan sebelum dilakukan penelitian. Dengan demikian pembuatan beton perlu mengurangi air untuk mempertahankan nilai faktor air semen.

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar didapatkan hasil data sebagai berikut:

Tabel 4. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

PEMERIKSAAN		I	II
Berat benda uji jenuh permukaan kering	(Bj) (gram)	500.15	500.21
Berat benda uji kering oven	(B2) (gram)	494.21	498.19
Berat bejana berisi air	(B3) (gram)	1231.81	1231.81
Berat bejana + benda uji + air	(B1) (gram)	1576.79	1517.87

PEMERIKSAAN		I	II	Rata-Rata
B_2				
Berat jenis bulk/ov	$= \frac{B_3 + B_j - B_1}{B_2}$	3.185	2.326	2.756
B_j				
Berat jenis SSD	$= \frac{B_3 + B_j - B_1}{B_2}$	3.223	2.336	2.780
B_2				
Berat jenis app	$= \frac{B_3 + B_2 - B_1}{B_j - B_2}$	3.312	2.349	2.830
$B_j - B_2$				
Penyerapan	$= \frac{B_j - B_2}{B_2} \times 100\%$	1,202%	0,405%	0,804%

Berat jenis yang digunakan untuk pembuatan rancangan campuran beton bulk/*specific gravity* pada keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*). Nilai berat jenis agregat halus sebesar 2,78 dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 s/d 2,83. Pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu sebesar 2-7, nilai *absorption* diperoleh sebesar 0,80 berarti agregat halus tersebut dalam keadaan basah. Hal ini disebabkan material yang diperiksa telah terkena hujan sebelum dilakukan penelitian. Dengan demikian pembuatan beton perlu mengurangi air untuk mempertahankan nilai faktor air semen.

Pengujian Berat Isi Agregat

1. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Dari pengujian berat isi agregat kasar didapatkan hasil data sebagai berikut:

Tabel 5. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

PEMERIKSAAN			Padat		Lepas	
			I	II	I	II
Berat Mould	(W1)	(gram)	2129	2129	2129	2129
Berat Mould + benda uji	(W2)	(gram)	7130	7395	7362	7294
Berat benda uji	(W3 = W2-W1)	(gram)	5001	5266	5233	5165
Berat Mould + air	(W4)	(gram)	5270	5270	5270	5270
Berat air / Isi Mould	(V = W4-W1)	(gram)	3141	3141	3141	3141
			I	II	III	IV
$\text{Berat Isi} = \frac{W3}{V} \left(\frac{kg}{dm^3} \right)$			1,592	1,677	1,666	1,644
Rata-rata			1,634		1,655	
Rata-rata			1,645			

Dapat disimpulkan dari tabel data pengujian didapatkan nilai hasil rata-rata sebagai berikut : 1,64 kg/dm³. Berat isi agregat kasar minimum yang ditentukan menurut (SNI 03-1973-2008) harus 0,4 sampai 1,9kg/dm³.

2. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Dari pengujian berat isi agregat kasar didapatkan hasil data sebagai berikut:

Tabel 6. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

PEMERIKSAAN			Padat		Lepas	
			I	II	I	II
Berat Mould	(W1)	(gram)	2129	2129	2129	2129
Berat Mould + benda uji	(W2)	(gram)	7407	7395	7362	7294
Berat benda uji	(W3 = W2-W1)	(gram)	5278	5266	5233	5165
Berat Mould + air	(W4)	(gram)	5270	5270	5270	5270
Berat air / Isi Mould	(V = W4-W1)	(gram)	3141	3141	3141	3141
PEMERIKSAAN			I	II	III	IV
Berat Isi = $\frac{W3}{V}$ ($\frac{kg}{dm^3}$)			1,680	1,677	1,666	1,644
Rata-rata			1,678		1,655	
Rata-rata			1,667			

Dapat disimpulkan dari tabel data pengujian didapatkan nilai hasil rata-rata sebesar 1,67 kg/dm³. Berat isi agregat kasar minimum yang ditentukan menurut (SNI 03-1973-2008) harus memenuhi 0,4 sampai 1,9kg/dm³.

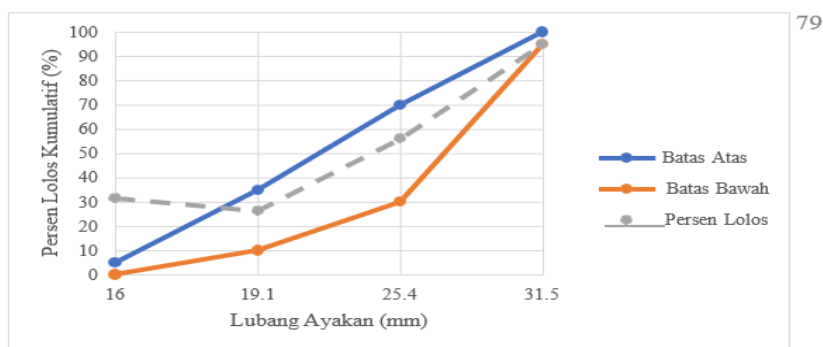
Pengujian Analisa Ayak Agregat

1. Pengujian Analisa Saringan Ayak Agregat Kasar

Dari pengujian analisa ayak agregat kasar diperoleh hasil data sebagai berikut:

Tabel 7. Pengujian Analisa Saringan Ayak Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal	Berat Tertinggal Kumulatif	Persen Lolos Kumulatif	Kerikil 40 mm	
					Batas Bawah	Batas Atas
31,50	98,23	4,93%	4,93%	95,07%	95	100
25,40	41,26	2,07%	7,00%	93,00%	30	70
19,10	531,9	26,69%	33,69%	66,31%	10	35
16,00	691,32	34,69%	68,38%	31,62%	0	5
12,70	187,67	9,42%	77,79%	22,21%		
9,50	132,6	6,65%	84,45%	15,55%		
4,750	189	9,48%	93,93%	6,07%		
Sisa	121	6,07%	100,00%	0,00%		
Jumlah	1992,98		370,16%			



Gambar 1. Grafik Gradasi Butiran (40 mm)

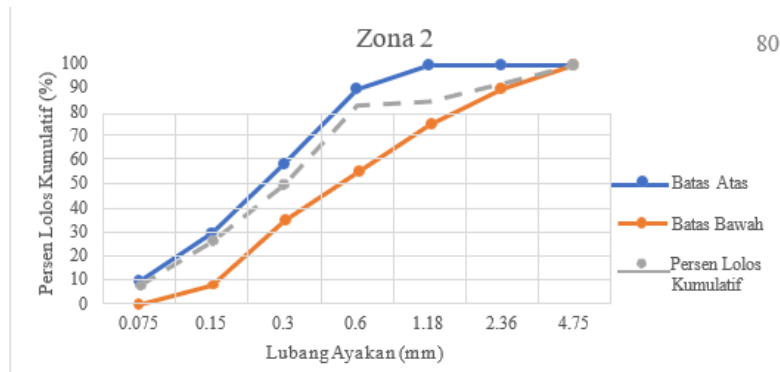
Dapat disimpulkan agregat didistribusikan untuk penentuan suatu persentase berat butir melalui analisa ayakan agregat kasar memenuhi ukuran maksimal 40 mm, menurut SNI 03-1968-1990.

2. Pengujian Analisa Saringan Ayak Agregat Halus

Dari pengujian analisa ayak agregat halus diperoleh hasil data sebagai berikut:

Tabel 8. Pengujian Analisa Saringan Ayak Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal	Berat Tertinggal Kumulatif	Persen Lolos Kumulatif	Gradasi 2	
					Batas Bawah	Batas Atas
4,750	0	0,00%	0,00%	100,00%	100	100
2,360	47,88	4,79%	4,79%	95,21%	90	100
1,180	103	10,31%	15,11%	84,89%	75	100
0,600	17,77	1,78%	16,89%	83,11%	55	90
0,300	329	32,94%	49,83%	50,17%	35	59
0,150	238	23,83%	73,66%	26,34%	8	30
0,075	184	18,42%	92,09%	7,91%	0	10
Sisa	79	7,91%	100,00%	0,00%		
Jumlah	998,65	100,00%	252,38%			



Gambar 2. Grafik Agregat Halus Zona 2

Dari hasil pengujian analisa ayak agregat halus didapatkan bahwa agregat halus (pasir) masuk dalam persyaratan Zona II yang merupakan daerah gradasi pasir agak halus (sedang) menurut standar SNI 03-1968-1990.

Perhitungan Abrasi dan Keausan Agregat Kasar

Tabel 9. Perhitungan Abrasi dan Keausan Agregat Kasar

Gradasi Pemeriksaan		Pemeriksaan Berat (gr)
Saringan		
Lewat(mm)	Tertahan(mm)	
76,20	63,5	
63,50	50,8	
50,80	38,1	
38,10	25,4	1250
25,40	19,1	1250
19,10	12,7	1250
12,70	9,5	1250
9,50	6,35	
6,35	4,75	
4,75	2,36	
Berat Material (gr)		5000
Berat Material TertahanSaringan No. 12 (gr)		3820
Keausan/Abrasi (%)		23,60%

Pada pengujian abrasi dan keausan agregat kasar ini, peneliti menggunakan cara (A) dengan jumlah bola 12 buah dan jumlah putaran sebanyak 500 putaran, dapat disimpulkan bahwa dari data hasil uji keausan abrasi agregat kasar menghasilkan nilai keausan sebesar 23,60 %. Berdasarkan spesifikasi SNI 03-2417-2008, keausan agregat kasar yang ditentukan adalah maksimal 40% dengan demikian agregat kasar pada penelitian ini telah memenuhi syarat campuran beton.

Rancangan Campuran Beton

Komposisi campuran beton dapat dilihat pada tabel 10 dibawah ini:

Tabel 10. Komposisi Berat Unsur Adukan Per m³ Beton

	Kebutuhan	Satuan	Indeks
Bahan	PC (Semen)	Kg	406,000
	PB (Pasir)	Kg	684
	KR (Kerikil)	Kg	1026
	Air	Liter	215

Sumber: SNI 7394-2008- Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk konstruksi Bangunan dan Rumah.

Perhitungan Kebutuhan Bahan

Cetakan benda uji berbentuk silinder yang digunakan pada penelitian ini memiliki dimensi ukuran yaitu berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Dari dimensi tersebut maka hasil perhitungan volume silinder yaitu seperti dibawah ini:

$$\varnothing 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

$$30 \text{ cm} = 0.30 \text{ m}$$

Volume 1 cetakan silinder

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 (0.15\text{m})^2 \cdot 0,3$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Digunakan 6 buah benda uji silinder dalam 1 kali pengadukan
 Volume = 6 x 0.0053 m³ = 0.0318 m³

Untuk perhitungan 1m³ menggunakan SNI 7394-2008-Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk konstruksi Bangunan & Rumah.

Sebelum menghitung kebutuhan bahan untuk kebutuhan bahan seperti semen, pasir, batu, dan air perlu di kalikan faktor keamanan atau cadangan sebesar 10%. Hal tersebut perlu dilakukan sebagai faktor penambahan bahan atau material tertinggal dan melekat pada alat yang digunakan pada penelitian. Jumlah kebutuhan bahan yang dibutuhkan untuk 6 benda uji silinder dalam satu kali pengadukan adalah sebagai berikut.

1. Jumlah kebutuhan semen

$$\text{Volume 6 silinder} \times 1\text{m}^3 = 0,00318 \times 406,0000 = 12,9108 \text{ Kg}$$

$$12,9108 \text{ Kg} \times \text{Faktor Keamanan (10 \%)} = 1,29108 \text{ Kg}$$

$$\text{Jadi total kebutuhan semen adalah } 12,9108 + 1,29108 \text{ Kg} = 14,20188 \text{ Kg}$$

2. Jumlah kebutuhan pasir

$$\begin{aligned} \text{Volume 6 silinder} \times 1\text{m}^3 &= 0,00318 \times 684 &= 21,7512 \text{ Kg} \\ 21,7512 \text{ Kg} \times (10 \%) &&= 2,17512 \text{ Kg} \\ \text{Jadi total kebutuhan pasir adalah} &21,7512 + 2,17512 \text{ Kg} &= 23,92632 \text{ Kg} \end{aligned}$$

3. Jumlah kebutuhan batu

$$\begin{aligned} \text{Volume 6 Silinder} \times 1\text{m}^3 &= 0,00318 \times 1026 &= 32,6268 \text{ Kg} \\ 32,6268 \text{ Kg} \times 10 \% &&= 3,26268 \text{ Kg} \\ \text{Jadi total kebutuhan batu adalah} &32,6268 + 3,26268 \text{ Kg} &= 35,88948 \text{ Kg} \end{aligned}$$

4. Jumlah kebutuhan air

$$\begin{aligned} \text{Volume 6 silinder} \times 1\text{m}^3 &= 0,00318 \times 215 &= 6,8370 \text{ L} \\ 6,8370 \times 10 \% &&= 0,68370 \text{ L} \\ \text{Jadi total kebutuhan air adalah} &6,8370 + 0,68370 \text{ L} &= 7,5207 \text{ L} \end{aligned}$$

5. Jumlah kebutuhan FRP (*Fiber Reinforced Polymer*)

Menggunakan percobaan langsung luasan yang diperlukan yaitu:

$$47 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1410 \text{ cm}$$

$$\text{Diketahui berat 1 FRP dimensi } 47 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 43,6 \text{ g}$$

Berarti jumlah FRP yang dibutuhkan yaitu:

1 lapis = 43,6 g	x 6 Benda Uji	= 261,6 g
2 lapis = 87,2 g	x 6 Benda Uji	= 523,2 g
3 lapis = 174,4 g	x 6 Benda Uji	= 1046,4 g

1. Jumlah Kebutuhan Cat No Drop

Menggunakan percobaan langsung luasan yang diperlukan yaitu:

$$47 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1410 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal Lapis Cat} \times \text{Luasan 1 Silinder} = 0,1 \text{ cm} \times 1410 = 141 \text{ g}$$

Berarti jumlah No Drop yang dibutuhkan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Dasar} &= 141 \text{ g} && \times 6 \text{ Benda Uji} &&= 864 \text{ g} \\ 1 \text{ lapis} &= 282 \text{ g} && \times 6 \text{ Benda Uji} &&= 1692 \text{ g} \\ 2 \text{ lapis} &= 564 \text{ g} && \times 6 \text{ Benda Uji} &&= 3384 \text{ g} \\ 3 \text{ lapis} &= 1128 \text{ g} && \times 6 \text{ Benda Uji} &&= \\ 6768 \text{ g Total} &= 12690 \text{ g/1000} && &&= \\ 12,69 \text{ Kg} &&& && \end{aligned}$$

Pengecatan 1 lapis di kalikan 2 karena 2 kali pengecatan yaitu di cat dasar terlebih dahulu, kemudian begitu juga dengan pengecatan 2 lapis dan 3 lapis.

Tabel 1. Rekap Kebutuhan Bahan 6 Silinder Dalam 1 Kali Pengadukan

No	Variasi	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu (Kg)	Air (L)	No Drop (gr)	FRP (gr)
1	Normal	14,20188	23,92632	35,88948	7,5207	-	-
2	1 Lapis	14,20188	23,92632	35,88948	7,5207	97,02	1629
3	2 Lapis	14,20188	23,92632	35,88948	7,5207	194,04	3384
4	3 Lapis	14,20188	23,92632	35,88948	7,5207	388,08	6768
Total		56.80752	95,70528	143,5579	30,0828	727,65	12690

Perawatan Benda Uji

Pada penelitian ini perawatan benda uji beton dibagi menjadi 2 perendaman (perawatan) dan 2 variasi hari yang berbeda yaitu, perendaman menggunakan air gambut dan perendaman menggunakan air PDAM selama kurun waktu 7 dan 21 hari.

a) Air Gambut



b) Air PDAM



Pengujian Beton Segar

1. Pengujian Slump Beton

Pada pengujian slump beton ini terdapat 8 buah pengujian slump yang dilakukan dan hasil dari pengujian nya adala sebagai berikut ini:

Tabel 2. Pengujian Slump beton

Keterangan Adukan	Pemeriksaan	Slump(mm)
1	1	97
	2	101
	3	92
Rata-rata		96,67
2	1	98
	2	85
	3	82
Rata-rata		88,33
3	1	85
	2	85

Keterangan Adukan	Pemeriksaan	Slump(mm)
	3	82
Rata-rata		84
4	1	95
	2	87
	3	98
	Rata-rata	93,33
5	1	87
	2	85
	3	92
	Rata-rata	88,00
6	1	89
	2	85
	3	92
	Rata-rata	88,67
7	1	83
	2	85
	3	86
	Rata-rata	84,67
8	1	83
	2	98
	3	84
	Rata-rata	88,33
Σ Total Rata-rata		89,00

Dari hasil pengujian 8 *slump test* yang dilakukan didapatkan angka rata-rata yaitu sebesar 89 mm dan dapat disimpulkan bahwa campuran beton segar yang di uji memenuhi syarat nilai slump yang direncanakan yaitu 80-120 mm dan dapat digunakan sebagai campuran beton.

Pengujian Berat Isi Beton Segar

Untuk mengetahui berat isi beton dan banyaknya semen per m³ beton pada penelitian ini maka perlu dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 3. Analisa Pengujian Berat Isi Beton Segar

PEMERIKSAAN			Padat	
			I	II
Berat Mould	(W1)	(gram)	2100	2100
Berat Mould + benda uji	(W2)	(gram)	8930	8950
Berat benda uji	(W3 = W2-W1)	(gram)	6830	6850
Berat Mould + air	(W4)	(gram)	5270	5270
Berat air / Isi Mould	(V = W4-W1)	(gram)	3170	3170
			I	II
Berat Isi	$= \frac{W3}{V} (kg)$		2,155	2,161

<i>v</i>	<i>dm</i>
Rata-rata	2,158

Pengujian Serap Beton

Pengujian serap beton pada penelitian ini menggunakan benda uji berupa silinder mini yang di cetak menggunakan cetakan kaleng bekas minuman dengan bentuk dan ukuran yang dikehendaki dengan syarat volume masing-masing contoh uji tidak boleh lebih kecil dari 350 cm dengan syarat volume masing-masing contoh dan harus bebas dari retak-retak, celah-celah, atau sisi-sisi yang hancur (SNI-03- 6433-2000).

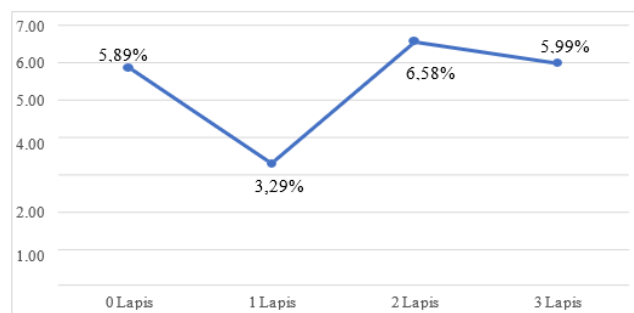
Pengujian Serap Beton Air PDAM (7 Hari)

Berikut adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman air PDAM selama 7 Hari:

Tabel 4. Hasil Pengujian Serap Beton Air PDAM (7 Hari)

Keterangan Lapisan Perendaman (7 Hari)	Kode Benda Uji	Berat Beton		Penyerapan Air (%)	Rata-rata
		Berat Awal beton (Gram)	Setelah Perendaman (Gram)		
0 Lapis	0LP1	533,91	568,56	6,49%	5,87%
	0LP2	559,13	590,18	5,55%	
	0LP3	560,77	592,05	5,58%	
1 Lapis	1LP1	569,48	600,59	5,46%	3,29%
	1LP2	569,9	588,93	3,34%	
	1LP3	579,24	585,44	1,07%	
2 Lapis	2LP1	582,47	607,41	4,28%	6,58%
	2LP2	567,54	593,19	4,52%	
	2LP3	530,79	588,88	10,94%	
3 Lapis	3LP1	551,89	585,08	6,01%	5,99%
	3LP2	553,3	586,51	6,00%	
	3LP3	545,54	578,07	5,96%	
Rata-rata					5,43%

Berikut ini adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman air PDAM selama 7 Hari:



Gambar 3. Grafik Serap Beton Air PDAM (7 Hari)

Dari hasil grafik serap beton dengan perendaman air PDAM selama 7 Hari didapatkan hasil tertinggi yaitu pada benda uji 2 lapis yaitu sebesar 6,58%, sedangkan nilai terendah nya yaitu pada 1 lapis FRP yaitu sebesar 3,29%.

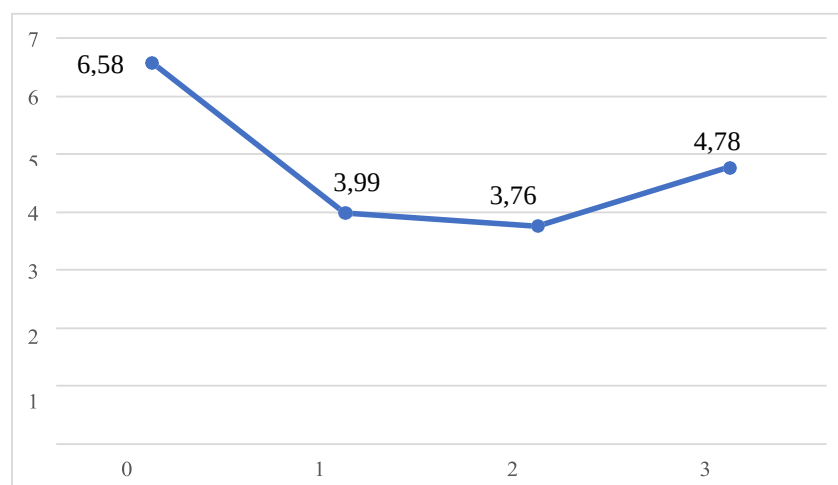
Pengujian Serap Beton Air Gambut (7 Hari)

Berikut adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman air gambut selama 7 Hari:

Tabel 5. Hasil Pengujian Serap Beton Air Gambut (7 Hari)

Keterangan Lapisan Perendaman (7 Hari)	Kode Benda Uji	Berat Awal beton (Gram)	Berat Beton Setelah Perendaman (Gram)	Penyerapan Air (%)	Rata-rata
0 Lapis	0LP1	526,44	565,08	7,34%	6,58%
	0LP2	548,64	579,45	5,62%	
	0LP3	543,55	580,47	6,79%	
1 Lapis	1LP1	580,04	589,79	1,68%	3,99%
	1LP2	566,08	589,94	4,21%	
	1LP3	563,97	598,25	6,08%	
2 Lapis	2LP1	546,55	569,8	4,25%	3,76%
	2LP2	586,19	602,77	2,83%	
	2LP3	576,01	600,19	4,20%	
3 Lapis	3LP1	571,89	596,65	4,33%	4,78%
	3LP2	548,84	577,21	5,17%	
	3LP3	566,96	594,41	4,84%	
Rata-rata					4,78%

Berikut ini adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman air gambut selama 7 Hari:



Gambar 4. Grafik Serap Beton Air Gambut (7 Hari)

Dari hasil grafik serap beton dengan perendaman air gambut selama 7 Hari didapatkan hasil tertinggi yaitu pada benda uji 0 lapis yaitu sebesar 6,58%, sedangkan nilai terendah nya yaitu pada 2 lapis FRP yaitu sebesar 3,76%.

Pengujian Serap Beton Air PDAM (21 Hari)

Berikut adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman air PDAM selama 21 Hari:

Tabel 6. Hasil Pengujian Serap Beton Air PDAM (21 Hari)

Keterangan Lapisan Perendaman (21 Hari)	Kode Benda Uji	Berat Awal beton (Gram)	Berat Beton Setelah Perendaman (Gram)	Penyerapan Air (%)	Rata-rata
0 Lapis	0LP1	540,96	576,41	6,55%	5,79%
	0LP2	542,29	574,52	5,94%	
	0LP3	562,34	589,67	4,86%	
1 Lapis	1LP1	560,24	582,49	3,97%	3,96%
	1LP2	572,79	591,38	3,25%	
	1LP3	541,3	566,47	4,65%	
2 Lapis	2LP1	517,9	538,79	4,03%	4,18%
	2LP2	557,64	580,24	4,05%	
	2LP3	587,79	613,95	4,45%	
3 Lapis	3LP1	541,43	564,09	4,19%	5,39%
	3LP2	568,36	614,94	8,20%	
	3LP3	588,56	610,86	3,79%	
Rata-rata					4,83%

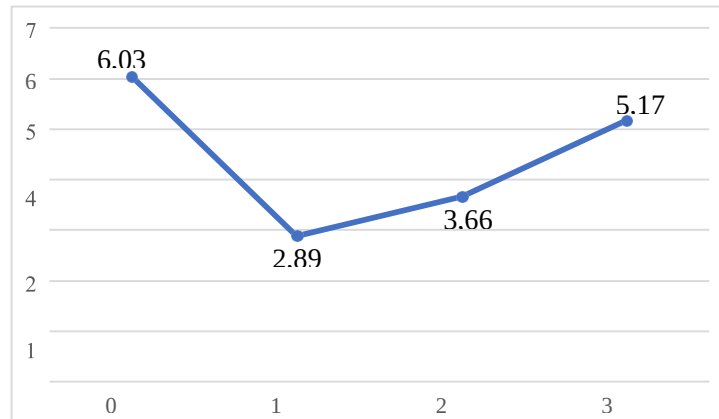
Pengujian Serap Beton Air Gambut (21 Hari)

Berikut adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman air gambut selama 21 Hari:

Tabel 7. Hasil Pengujian Serap Beton Air Gambut (21 Hari)

Keterangan Lapisan Perendaman (21 Hari)	Kode Benda Uji	Berat Awal beton (Gram)	Berat Beton Setelah Perendaman (Gram)	Penyerapan Air (%)	Rata-rata
0 Lapis	0LP1	549,69	582,27	5,93%	6,03%
	0LP2	539,22	569,99	5,71%	
	0LP3	534,43	568,97	6,46%	
1 Lapis	1LP1	597,97	614,66	2,79%	2,89%
	1LP2	578	594,53	2,86%	
	1LP3	555,86	572,69	3,03%	
2 Lapis	2LP1	545,79	567,63	4,00%	3,66%
	2LP2	566,49	585,53	3,36%	
	2LP3	567,58	588,14	3,62%	
3 Lapis	3LP1	577,95	605,9	4,84%	5,17%
	3LP2	579,01	617,17	6,59%	
	3LP3	585,28	609,25	4,10%	
Rata-rata					4,44%

Berikut ini adalah grafik pengujian serap beton dengan perendaman airgambut selama 21 Hari:



Gambar 5. Grafik Serap Beton Air Gambut (21 Hari)

Dari hasil grafik serap beton dengan perendaman air PDAM selama 21 Hari didapatkan hasil tertinggi yaitu pada benda uji 0 lapis yaitu sebesar 6,03%, sedangkan nilai terendah nya yaitu pada 1 lapis FRP yaitu sebesar 2,89%.

Hasil pengujian serap beton tersebut didapatkan hasil total rata-rata untuk serap beton dengan variasi FRP 0 lapis, 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis perawatan 7 haridengan air PDAM adalah sebesar 5,43%, untuk beton perawatan 7 hari air gambutadalah 4,78%, untuk beton 21 hari dengan air PDAM yaitu 4,83% dan untuk betonair gambut 21 hari adalah 4,44%.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Data hasil pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini di bagi menjadi 2 yaitu perawatan dengan air gambut dan air PDAM.

Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

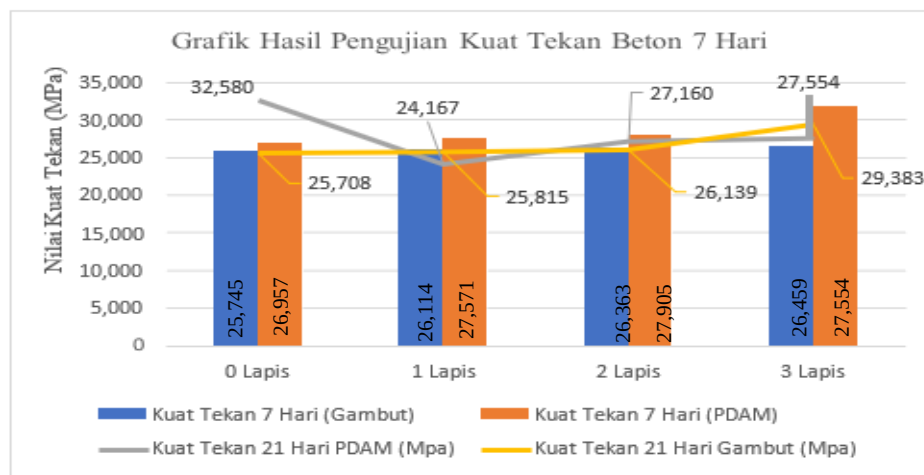
Pada uji kuat tekan beton di air gambut terdapat 2 variasi hari yaitu 7 hari dan21 hari pada perendaman air gambut dan air PDAM dan hasil pengujian yang didapatkan dari uji tekan air gambut yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Data Hasil Uji Tekan Pada Air Gambut 7 dan 21 Hari

No	Kode Benda Uji	Beban (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	0LG1 (7H)	29,8503	25,745
	0LG2 (7H)	24,3802	
	0LG3 (7H)	23,0040	
2	1LG1 (7H)	22,5510	26,114
	1LG2 (7H)	28,4566	
	1LG3 (7H)	27,3330	
3	2LG1 (7H)	25,8784	26,363
	2LG2 (7H)	27,0891	
	2LG3 (7H)	26,1223	

No	Kode Benda Uji	Beban (MPa)	Rata-rata (MPa)
4	3LG1 (7H)	28,3173	26,459
	3LG2 (7H)	25,6780	
	3LG3 (7H)	25,3819	
5	0LG1 (21H)	31.1096	32,580
	0LG2 (21H)	32.9929	
	0LG3 (21H)	33.6365	
6	1LG1 (21H)	22.7958	24,167
	1LG2 (21H)	27.7484	
	1LG3 (21H)	21.9555	
7	2LG1 (21H)	28.0702	27,160
	2LG2 (21H)	27.9867	
	2LG3 (21H)	25.4241	
8	3LG1 (21H)	25.5731	27.554
	3LG2 (21H)	29.5959	
	3LG3 (21H)	27.4921	

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada air gambut selama 7 dan 21 hari benda uji pada penelitian ini memenuhi persyaratan dari yang direncanakan yaitu sebesar 24 MPa. Grafik hasil Pengujian kuat tekan beton pada pererndaman benda uji denganair gambut dengan variasi *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) 0 lapis, 1 lapis, 2 lapis,dan 3 lapis adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 7 Hari

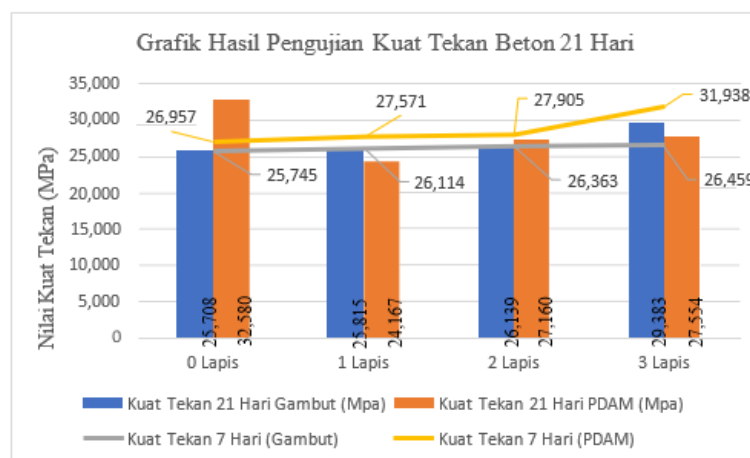
Dari hasil pengujian kuat tekan tersebut diketahui bahwa kuat tekan tertinggi pada perendaman selama 7 hari yaitu terdapat pada beton dengan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) 3 lapis sebesar 26,459 MPa sedangkan nilai kuat tekan terendah adalah beton normal (1 lapis FRP) dengan nilai 25,745 MPa. Beton pada usia 7 dan 21 hari telah dilakukan perhitungan korelasi umur menjadi 21 hari pengujian.

Tabel 9. Data Hasil Uji Tekan Pada Air PDAM 7 Dan 21 Hari

No	Kode Benda Uji	Beban (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	0LP1 (7H)	24,5457	26,927
	0LP2 (7H)	27,6814	
	0LP3 (7H)	28,5525	
2	1LP1 (7H)	24,0753	27,571
	1LP2 (7H)	30,0680	
	1LP3 (7H)	28,5699	
3	2LP1 (7H)	32,7770	27,905
	2LP2 (7H)	23,4046	
	2LP3 (7H)	27,5333	
4	3LP1 (7H)	33,1254	31,938
	3LP2 (7H)	30,9346	
	3LP3 (7H)	31,8537	
5	0LP1 (21H)	22,3846	25,708
	0LP2 (21H)	27,6768	
	0LP3 (21H)	27,0630	
6	1LP1 (21H)	25,2453	25,815
	1LP2 (21H)	25,7697	
	1LP3 (21H)	26,4313	
7	2LP1 (21H)	30,9010	26,139
	2LP2 (21H)	24,3215	
	2LP3 (21H)	23,1951	
8	3LP1 (21H)	33,0227	29,383
	3LP2 (21H)	27,5576	
	3LP3 (21H)	27,5696	

Pengujian Kuat Tekan Beton Pada Air PDAM

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada air PDAM selama 7 dan 21 hari benda uji pada penelitian ini memenuhi persyaratan dari yang direncanakan yaitu 24 MPa. Grafik hasil Pengujian kuat tekan beton pada pererndaman benda uji denganair gambut dengan variasi *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) 0 lapis, 1 lapis, 2 lapis,dan 3 lapis adalah sebagai berikut:

**Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari**

Dari hasil pengujian kuat tekan tersebut diketahui bahwa kuat tekan tertinggi pada perendaman selama 21 hari yaitu terdapat pada beton dengan normal 0 lapis sebesar 32,580 MPa sedangkan nilai kuat tekan terendah pada 21 Hari adalah beton dengan *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) 1 lapis yaitu sebesar 24,167 MPa. Beton pada usia 7 dan 21 hari telah dilakukan perhitungan korelasi umur menjadi 21 hari pengujian.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sifat fisik beton, terutama serapan air, berpengaruh signifikan terhadap daya lekatan Fiber Reinforced Polymer (FRP) dalam perendaman air gambut dan PDAM. Rata-rata serapan beton dengan variasi FRP menunjukkan nilai 5,43% setelah perawatan 7 hari dengan air PDAM, sedangkan serapan untuk air gambut mencapai 4,78%. Kuat tekan tertinggi pada perendaman air gambut selama 21 hari ditemukan pada beton tanpa lapisan FRP (32,580 MPa), sedangkan pada air PDAM, beton 3 lapis memiliki kuat tekan tertinggi (31,938 MPa). Temuan ini menegaskan bahwa penambahan lapisan FRP cenderung meningkatkan kuat tekan beton, dengan cat tembok No Drop sebagai perekat yang efektif. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meliputi studi longitudinal tentang ketahanan beton, eksplorasi variasi material FRP, pengujian di lingkungan berbeda, analisis mikrostruktur, serta uji kinerja struktural elemen beton yang diperkuat dengan FRP untuk memahami pengaruhnya terhadap ketahanan dan keselamatan bangunan.

REFERENSI

- Biomantara, K., & Herdiansyah, H. (2019). Peran Kereta Api Indonesia (KAI) sebagai Infrastruktur Transportasi Wilayah Perkotaan. *Cakrawala*, 19(1).
- Darmayanti, L., Putri, M., & HS, E. (2022). Membran Keramik Berbahan Dasar Tanah Liat dan Fly Ash untuk Penyisihan Warna dan Zat Organik pada Air Gambut. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 6(1). <https://doi.org/10.19184/jrsl.v6i1.28173>
- Indah, D. R., & Hendrawani, H. (2019). Upaya Menurunkan Kadar Ion Logam Besi Pada Air Sumur Dengan Memanfaatkan Arang Ampas Tebu. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 5(2). <https://doi.org/10.33394/hjkk.v5i2.1590>
- Ismiyati, I., Firdaus, M., & Arubusman, D. A. (2016). Manajemen Pemeliharaan Bus Transjakarta Dalam Mencapai Standar Pelayanan Minimum. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 3(2). <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v3i2.92>
- Masganti, M., Anwar, K., & Susanti, M. A. (2020). Potensi dan Pemanfaatan Lahan Gambut Dangkal untuk Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1). <https://doi.org/10.21082/jsdl.v11n1.2017.43-52>
- Mato, R. A. (2023). *Studi Perilaku Lekatan Geser Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet Pada Beton Dengan Variasi Epoxy* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Mawaddah, D., Zaharah, T. A., & Gusrizal, G. (2014). Penurunan bahan organik air gambut menggunakan biji asam jawa (*Tamarindus indica* Linn). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 3(1).

- Nahdiyah, N. E. (2023). *Konfigurasi Lekatan pada Perkuatan Geser Balok Beton Bertulang dengan Abaca Fiber Reinforced Polymer= Adhesion Configuration of Shear Reinforcement of Reinforced Concrete with Abaca Fiber Reinforced Polymer* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Palilu, A. (2022). *Pembangunan infrastruktur transportasi terhadap produk domestik regional bruto*. CV. Azka Pustaka.
- Reski, N. A. (2023). *Perilaku Geser Balok Beton Bertulang yang Diperkuat dengan Strip U-Wrap Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet= Shear Behavior of Reinforced Concrete Beam with Streap U-Wrap Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Sadam, M., Angela, D., Asaduddin, M. S., Rasya, R., Salsabilla, R., & Setiawanti, S. (2024). Efektivitas Kebijakan Pemerintah Pembangunan Sejuta Rumah (Analisis Pembangunan Hunian Layak Di Kabupaten Bantul Tahun 2019). *Community : Pengawas Dinamika Sosial*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.35308/jcpds.v10i1.7836>
- Sufra, R., Panjaitan, J. R. H., Alhanif, M., Mustafa, M., Yusupandi, F., Adriansyah, E., Rahmadini, G., Raqin, M. R., Herawati, P., & Suzana, A. (2024). Intensifikasi Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Melalui Proses Koagulasi dan Adsorpsi Studi Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Kombinasi Fisika-Kimia. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1). <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i1.460>
- Syarif, M., Hidayat, A., La Ola, M. N., Masgode, M. B., Dzakir, L. O., Rustan, F. R., Adnan, S., Yanqoritha, N., Yunus, A. I., & La Ode, A. T. (2024). *Ilmu Teknik Sipil*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- Wardani, A. K. (2013). *Pengaruh Aditif Pada Pembuatan Membran Ultrafiltrasi Berbasis Polisulfon Untuk Pemurnian Air Gambut* [Skripsi]. Institut Teknologi Bandung.
- Widyaningsih, E., Herbudiman, B., & Hardono, S. (2016). Kajian Eksperimental Kapasitas Sambungan Material Fiber Reinforced Polymer. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(3).
- Yusfar, Y. (2019). *Analisa Pengaruh Perkuatan Dengan Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Pada Struktur Balok Beton Bertulang* [Master Thesis]. Universitas Islam Riau.
- Zaki, M. F. (2021). *Analisa Kerusakan Struktural Dan Estimasi Biaya Perawatan Bangunan Gedung Rumah Susun* [Skripsi]. Universitas Islam Indonesia.



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)