

KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN LATERIT SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN PASIR MAHAKAM SEBAGAI AGREGAT HALUS

Ridwan Effendi¹⁾, Budi Haryanto²⁾, Fachriza Noor Abdi³⁾

- ¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda e-mail: ridwae151@gmail.com
- ²⁾ Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda e-mail: budiharyanto7591@gmail.com
- ³⁾ Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda e-mail: fnabdi@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan dalam konstruksi pembangunan gedung dan perkerasan jalan. Agregat kasar dan agregat halus merupakan 2 komponen yang utama sebagai bahan penyusun beton. Sebagai agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu laterit serta pasir mahakam yang digunakan sebagai sebagian agregat halus, dengan memanfaatkan laterit yang telah dihancurkan menggunakan stone crusher sebagai material penyusun beton (agregat kasar dan agregat halus) dengan tujuan penelitian untuk mengetahui kuat tekan beton maksimal, mengetahui nilai kuat tekan karakteristik beton, mengetahui proporsi campuran, mengetahui manfaat yang dapat dipergunakan pada campuran beton, mengetahui pola retak pada pengujian kuat tekan beton.

Penelitian ini dimulai dengan pengujian terhadap masing-masing bahan penyusun dan membuat rancangan adukan beton berdasarkan metode SNI 03-2834-2000. Mutu beton yang direncanakan 20 Mpa, selanjutnya adalah pembuatan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm sebanyak 25 benda uji dimana untuk setiap sebanyak 5 benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari dievaluasi berdasarkan SNI 03-1974-1990..

Komposisi material campuran adalah (pasir 28%; laterit 1/2 52%; laterit 2/3 20%). Nilai kuat tekan adalah sebesar 20,05 MPa pada umur 28 hari. Nilai kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) beton laterit adalah 18,21 MPa Proporsi campuran material beton laterit untuk 1 m³ adalah maka material yang dibutuhkan semen 352,4 Kg; air 178,35 Kg/ltr; pasir mahakam 502,2 Kg; laterit 1/2 892,98 Kg; laterit 2/3 344,72 Kg dan perbandingan adukan beton adalah semen: air: laterit 1/2: laterit 2/3 = 1: 1,42: 2,53: 0,98. Beton laterit dapat dipergunakan untuk membuat beton bertulang seperti pelat lantai dasar, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan dan struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan pasangan batu, Hasil pengujian benda uji silinder menunjukkan pola retak yang dominan terjadi adalah shear dan cone and shear.

ABSTRACT

Concrete is a building material that is widely used in building construction and road pavement. Coarse aggregate and fine aggregate are the 2 main components as a building block for concrete. The coarse aggregates used in this study are laterite and mahakam sand which are used as part of the fine aggregate, by utilizing crushed laterite using a stone crusher as a building block for concrete (coarse aggregate and fine aggregate) with the aim of research to see the maximum compressive strength of concrete. indicators of compressive strength values, concrete, mix response, safe benefits that can be used in concrete mixtures, response patterns on concrete compressive strength tests.

This research begins with testing each constituent material and designing a concrete mix based on the SNI 03-2834-2000 method. The quality of the concrete is planned to be 20 MPa, next is the manufacture of test specimens in the form of cylinders with a size of 150 mm x 300 mm as many as 25 specimens where for every 5 specimens. Concrete compressive strength testing is carried out after the concrete has been evaluated for 3, 7, 14, 21 and 28 days based on SNI 03-1974-1990.

The composition of the mixture is (sand 28%; laterite 1/2 52%; laterite 2/3 20%). The compressive strength value is 20.05 MPa at the age of 28 days. The value of the concrete compressive strength (f'_{ck}) of laterite concrete is 18.21 MPa. The proportion of laterite concrete material mixture for 1 m³ is that the required material for cement is 352.4 Kg; air 178,35 Kg / ltr; mahakam sand 502.2 Kg; laterite 1/2 892.98 Kg; laterite 2/3 344,72 Kg and the ratio of the concrete mix is cement: air: laterite 1/2: laterite 2/3 = 1: 1,42: 2,53: 0,98. Laterite concrete can be used to make reinforced concrete such as ground floor slabs, reinforced concrete culverts, under construction of bridges and unreinforced concrete structures such as cyclops, sidewalks and empty masonry filled with masonry. The test results of cylindrical specimens show a repeated pattern. the dominant thing that occurs is shear and cone and shear.

Kata kunci: Pasir Mahakam, Laterit, Kuat Tekan..

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan pada masa sekarang menjadi salah satu aspek kehidupan yang harus terus dipelajari dan dikembangkan baik oleh pemerintah maupun generasi penerus. Untuk mewujudkan pembangunan tentu tidak dapat dihindari lagi bahwa setiap pembangunan diperlukan bidang konstruksi bangunan baik itu bangunan gedung, infrastruktur kota, bangunan pengairan dan lain sebagainya.

Sungai yang tadinya merupakan sumber penghasil kerikil atau koral alam kini persediaannya semakin menipis. Hal ini tentu mempengaruhi kebutuhan material agregat kasar sebagai bahan penyusun beton. Maka untuk dapat terus memenuhi kebutuhan material yang ketersediannya semakin menipis, diperlukan pencarian alternatif yang sesuai sebagai pengganti dan tentunya memenuhi standar yang berlaku.

Dari uraian di atas maka penulis mencoba untuk memanfaatkan batu laterit untuk digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton. Disini perlu dilakukan pengujian material yang akan digunakan apakah batu laterit dapat dimanfaatkan sebagai alternatif material penyusun campuran beton.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian umum

Beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, yang dipersatukan dengan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih. (SNI-03-2847-2002). Beton merupakan material komposit yang akan memadat setelah terjadi proses pengikatan antara material-material penyusunnya.

2.1.1 Kelebihan dan kekurangan beton

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah:

- a. Kelebihan beton adalah :
 1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 2. Mampu memikul beban yang berat.
 3. Tahan terhadap temperature yang tinggi.
 4. Biaya pemeliharaan yang kecil.
- b. Kekurangan beton adalah :
 1. Bentuk yang telah dibuat tidak dapat diubah.
 2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
 3. Berat.
 4. Daya pantul suara yang besar.

2.1.2 Jenis-jenis Beton

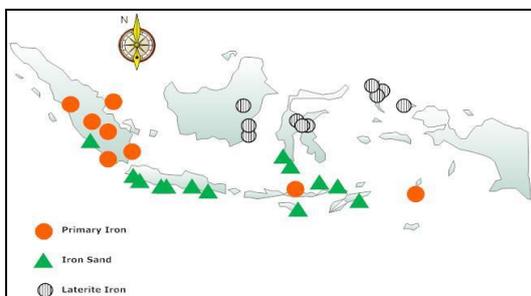
Beton terbagi menjadi 3 yaitu :

1. Beton normal
Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan.
2. Beton ringan
Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat isi < 2200 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan.
3. Beton berat
Beton berat adalah beton yang mempunyai berat isi > 2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang menggunakan bahan tambahan.

2.2 Laterit

Batu laterit adalah tanah yang mengeras menyerupai batu dari hasil pengendapan zat-zat seperti nikel dan besi. Laterit sendiri terbentuk secara alami yang didalamnya banyak terkandung unsur dan zat-zat hara yang membentuk lapisan tanah tersebut mengeras seperti batu. Dahulu kala batu laterit sering dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bata karena ketika lembab laterit mudah dipotong, namun setelah terkena udara dalam waktu yang lama akan mengeras seperti batu. Laterit banyak ditemui diwilayah beriklim tropis yang panas dan lembab. akibat dari kandungan oksida besi dan nikel yang begitu banyak sehingga menjadikan tanah laterit mengeras menyerupai batu.

Indonesia adalah salah satu penghasil laterit terbesar di dunia, seperti terlihat hasil laterit di Indonesia pada gambar 2.1 dan tabel 2.2



Gambar 2.1 Peta Persebaran laterit diIndonesia

Tabel 2.2 Jumlah laterit diIndonesia

Type	Location	Deposits, Tons	Fe, %
Laterit	South Kalimantan	565,233,000	38.00-59.00
	East Kalimantan	20,973,500	-
	Center Sulawesi	375,200,000	-
	Papua	123,410,000	-
	Subtotal	1,084,816,500	-

(Sumber: Direktorat Jenderal Mineral, Batubara Dan Panas Bumi 2010)

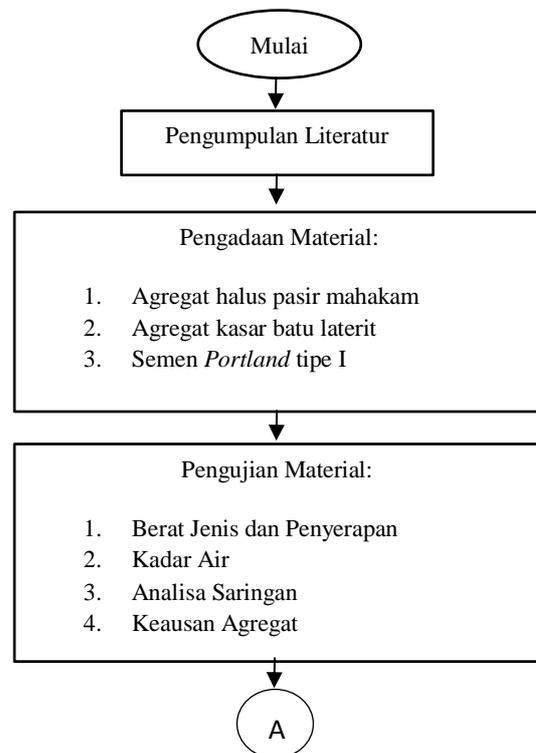
2.1.3 Kuat Tekan Beton

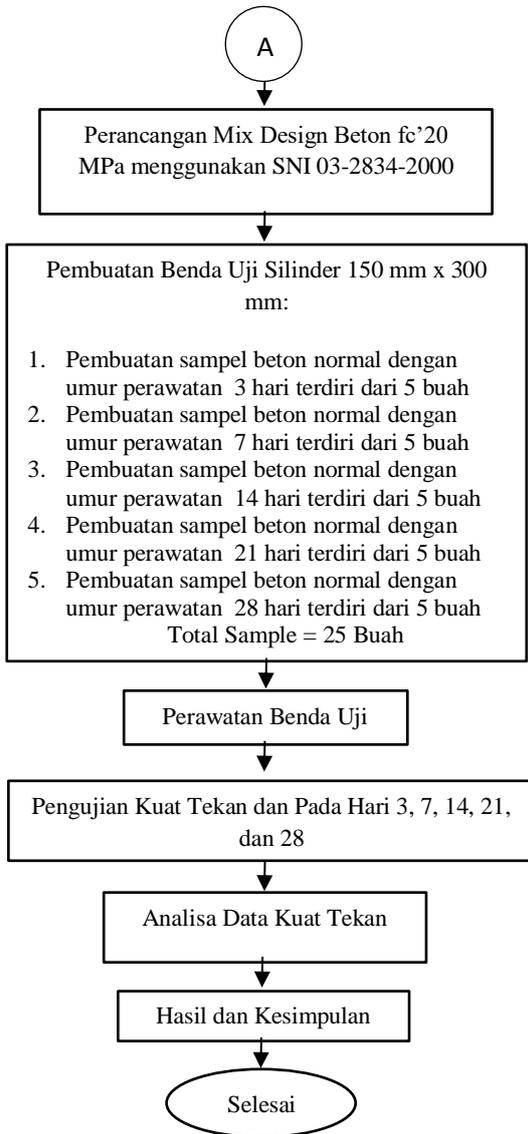
Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan metode penelitian dari mulai persiapan sampai dengan pengambilan kesimpulan dan saran, adapun tahapan penelitian ini ada pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:





Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Hasil penelitian ini berupa data – data yang telah didapatkan dari pengujian di Laboratorium. Selanjutnya dianalisis sebagai acuan untuk mengetahui berapa banyak kebutuhan bahan yang akan digunakan dalam pembuaatan benda uji. Dalam pengujian yang telah dilakukan terbagi dalam 2 bagian yaitu pengujian bahan (pengujian material) dan pengujian utama (pengujian kuat tekan beton).

4.2 Hasil pengujian Agregat

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Pasir Mahakam

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil	Standar SK SNI S-04-1989-F	Keterangan
1	Analisis Saringan			
	modulus kehalusan butir	2,85 %	1,5%-3,8% berat	Memenuhi
	sisa diatas ayakan ϕ 4.8 mm	0 %	min 2% berat	tidak memenuhi
	sisa diatas ayakan ϕ 1.2 mm	4,47 %	min 10% berat	tidak memenuhi
	sisa diatas ayakan ϕ 0.3 mm	62,63 %	80%-95% berat	tidak memenuhi
3	Analisis Berat Jenis			
	Berat Jenis	2,61	Min 2.50	Memenuhi
4	Analisis Penyerapan			
	Penyerapan	1,14 %	0.2% - 2%	Memenuhi
5	Analisis kadar Air			
	Kadar Air	2,67 %	Maks 6%	Memenuhi

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Batu Laterit 1/2 (10-20 mm)

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil	Standar SK SNI S-04-1989-F	Keterangan
1	Analisis Saringan			
	sisa diatas ayakan ϕ 38 mm	0 %	0% berat	memenuhi
	sisa diatas ayakan ϕ 4.8 mm	95,64 %	90% - 98% berat	memenuhi
2	Analisis Berat Jenis			
	Berat Jenis	2,55	Min 2.54	Memenuhi
3	Analisis Penyerapan			
	Penyerapan	3,95 %	0.2% - 4%	memenuhi
4	Analisis kadar Air			
	Kadar Air	1,16 %	Maks 1.3%	memenuhi
5	Analisis keausan Agregat			
	Keausan/abrasi	34,99 %	\leq 40%	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian terhadap agregat batu laterit 1/2 (10-20 mm) dapat dilihat pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil pengujian Analisa penyerapan agregat kasar batu laterit 1/2 (10-20) tidak memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) dan hasil pengujian bisa dilihat dilampiran.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Batu Laterit 2/3 (20-30 mm)

No	Pengujian Agregat Halus	Hasil	Standar SK SNI S-04-1989-F	Keterangan
1	Analisis Saringan sisa diatas ayakan ϕ 38 mm	0 %	0% berat	memenuhi
	sisa diatas ayakan ϕ 4.8 mm	95,36 %	90% - 98% berat	memenuhi
2	Analisis Berat Jenis Berat Jenis	2,56	Min 2.54	memenuhi
3	Analisis Penyerapan Penyerapan	3,63 %	0.2% - 3%	tidak memenuhi
4	Analisis kadar Air Kadar Air	1,20 %	Maks 1.3%	memenuhi
5	Analisis keausan Agregat Keausan/abrasi	34,99 %	\leq 40%	memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian terhadap agregat batu laterit 2/3 (20-30) dapat dilihat pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengujian analisa penyerapan agregat kasar batu laterit 2/3 (20-30 mm) tidak memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) dan hasil pengujian bisa dilihat dilampiran.

4.3 Mix Design

Tabel 4.8 Rancangan beton laterit

NO	URAIAN	Tabel / Grafik Perhitungan	NILAI
1	Kuat Tekan Karakteristik	Ditetapkan	20 MPa, Umur 28 hari dengan nilai k - 1,64
2	Deviasi Standar	Diketahui/Diperkirakan, Tabel	5,6 MPa
3	Nilai Tambah (Margin)	Dihitung	1,64 x 5,6 = 9,2 MPa
4	Kuat Tekan Rata-rata yang diinginkan	Dihitung	Kuat karakteristik + Margin 20,0 + 9,2 = 29,2 MPa
5	Jenis Type Semen	Ditetapkan	Type I SEMEN PCC
6	Bentuk Agregat : Kasar Halus	Diketahui	Batu laterit Alami pasir mahakam
7	Faktor Air Semen Bebas	Tabel 9 / Grafik 6.5	0,58 Point 7 dan point 8
8	F A S Maksimum	Ditetapkan/Tabel 13	0,60 Pakai nilai yang rendah
9	Nilai Slump Beton segar	Ditetapkan / Tabel 10	60-180 mm
10	Besar butir agregat maks	Ditetapkan	40 mm
11	Jumlah air pengaduk bebas	Diketahui, Tabel 2.10	205,0
12	Jumlah Semen	Dihitung	205,0 : 0,58 = 353,4 kg/m ³
13	Jumlah Semen Minimum	Tabel 6.13	275,0
14	Jumlah Semen Maksimum		353,4
15	F.a.s yang disesuaikan		205,0 : 353,4 = 0,580
16	Susunan butir agregat Halus	Gambar 8.5.3	Masuk daerah Zone = 4
17	Jumlah % Agregat halus	Dihitung/Ditetapkan	28,0%
18	Berat jenis Agregat kering muka (SSD)	Dihitung	2,570
19	Berat Volume Beton Segar	Grafik 2.2	2,325
20	Berat Agregat (Kasar + Halus)	(18 - 10 - 11)	BV Beton - Air - Semen 1,767 kg/m ³
21	Berat Agregat Halus	28% Persen	494,6 kg/m ³
22	Berat Agregat 1/2	52% Persen	918,6 kg/m ³
23	Berat Agregat 2/3	20% Persen	353,3 kg/m ³

	JUMLAH MASING-MASING BAHAN / MATERIAL	SEMEN (Kg)	AIR (Kg / ltr)	PASIR (Kg)	Laterit 1/2 (Kg)	Laterit 2/3 (Kg)
a	Untuk 1 m ³ Beton	353	205	494,63	918,61	353,31
b	Untuk 1 m ³ Beton setelah dikoreksi kadar air & absorbtion	353	178,35	7,57	-25,63	-8,59
c	Perbandingan dalam Berat	1	0,5	1,4	3	1,0

Volume 25 buah Silinder Besar (m ³)	SEMEN (Kg)	AIR (Kg / ltr)	PASIR (Kg)	Laterit 1/2 (Kg)	Laterit 2/3 (Kg)
0,132589286	46,86	23,65	66,59	118,40	45,71

4.4 Hasil Pengujian Slump Test

Setelah pembuatan campuran beton sesuai rancangan campuran beton, maka diukur nilai slump dari adukan tersebut. Hasil dari nilai slump dari masing – masing campuran benda uji didapat adalah 12 cm



Gambar 4.1 Nilai slump

4.5 Perawatan beton

Setelah umur beton \pm 24 jam, selanjutnya beton dikeluarkan dari cetakan. dengan membuka baut – baut yang terdapat pada cetakan. Setelah terbuka, beton diangkat dengan hati-hati karena beton masih dalam kondisi mudah retak, patah atau rusak. Kemudian benda uji dimasukan kedalam bak perendam selama umur pengujian yaitu 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Setelah lama rendaman mencapai umur pengujian, benda uji beton diangkat dan di tiriskan guna mengeringkan benda uji sebelum dilakukan pengujian.

4.6 Pengujian Benda uji Beton

Setelah beton dirawat dan telah berumur 7 hari, dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat mesin kuat tekan, hal ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari benda uji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin tes kuat tekan beton di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda. Setelah didapatkan hasil data kuat tekan beton, maka dapat dihitung kuat tekan

beton. Perhitungan yang dipakai dalam analisa uji kuat tekan yaitu sebagai berikut :

$$= 125000 \text{ N} / 17662 \text{ mm}^2 : 0,83$$

$$= 8,53 \text{ MPa}$$

4.6.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Adapun langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga permukaan kering.
2. Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diamati apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
3. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
4. Meletakkan sampel beton ke dalam alat penguji, lalu mengoperasikan mesin sesuai dengan prosedur dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
5. Dengan menekan beton maka jarum dial pada mesin uji perlahan akan naik dan akan berhenti pada batas kuat tekan maksimum beton.
6. Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.

Berikut contoh perhitungan silinder pada benda uji N1 beton normal dengan pasir mahakam dan agregat laterit yang berumur 3 hari :

Diketahui :

- Diameter (d) = 15 cm
- Tinggi (t) = 30 cm
- Konversi umur 3 hari = 0,4

Ditanya :

Volume, luas penampang, kuat tekan

Penyelesaian :

$$\text{Volume (V)} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2 \times 30$$

$$= 5298,75 \text{ cm}^3$$

$$\text{Luas Penampang (A)} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 15^2$$

$$= 176,62 \text{ cm}^2$$

$$= 17662 \text{ mm}^2$$

Kuat Tekan (MPa)

$$1 \text{ KN} = 1000 \text{ N}$$

$$125 \text{ KN} = 125000 \text{ N}$$

$$= \left(\frac{\text{Beban Maksimum (P)}}{\text{Luas penampang (A)}} \right) : 0,83 = P / (1/4 \times \pi \times d^2) : 0,83$$

$$= 125 \times 1000 / (1/4 \times 3,14 \times 15^2) : 0,83$$

Kuat tekan estimasi 28 hari

$$= \left(\frac{\text{Kuat tekan (Mpa)}}{\text{Konversi umur (3 hari)}} \right)$$

$$= 8,53 \text{ Mpa} / 0,4$$

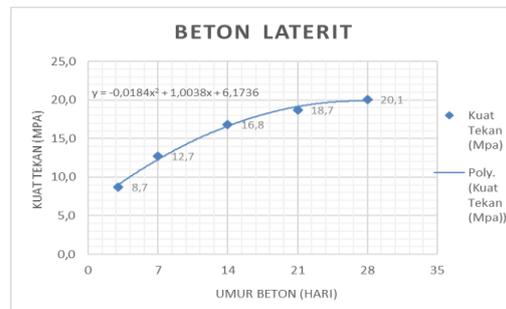
$$= 21,31 \text{ Mpa}$$

4.6.2 Tabel Hasil Nilai Kuat Tekan Benda Uji

BL	Hari uji	Kuat Tekan	Konversi 28 Hari
	(Hari)	(Mpa)	(Mpa)
	3	8,7	21,83
	7	12,7	19,52
	14	16,8	19,07
	21	18,7	19,67
	28	20,05	20,05
Rata – Rata			20,03

Berikut adalah daftar tabel hasil pengujian kuat tekan laterit dan tabel kuat tekan konversi 28 hari dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil pengujian kuat tekan beton laterit konversi 28 hari



Grafik 4.5 Hubungan antara kuat tekan beton laterit terhadap umur pengujian

4.6.3 Perhitungan dan Hasil Kuat Tekan karakteristik (f'_{ck})

Kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) adalah nilai kuat tekan serangkaian data pengujian kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur 28 hari dan ditetapkan sebagai nilai kuat tekan karakteristik beton tersebut. Nilai ini dipengaruhi oleh nilai deviasi standar (penyimpangan) dari data pengujian kuat tekan beton yang didapat dari

laboratorium. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan nilai f'_{ck} beton :

Tabel 4.12 Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton laterit

Beton Laterit						
No	Nama sample	Umur (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	K.Tekan Estimasi 28 Hari (Mpa)	X_i ($f'_c - X_{rt}$)	X_i^2 ($f'_c - X_{rt}$) ²
1	N1	3 Hari	8,53	21,32	1,29	1,66
2	N2	3 Hari	8,87	22,17	2,14	4,58
3	N3	3 Hari	8,53	21,32	1,29	1,66
4	N4	3 Hari	8,87	22,17	2,14	4,58
5	N5	3 Hari	8,87	22,17	2,14	4,58
6	N6	7 hari	12,28	18,99	-1,14	1,30
7	N7	7 hari	12,62	19,41	-0,61	0,38
8	N8	7 hari	11,94	18,37	-1,66	2,77
9	N9	7 hari	13,30	20,46	0,43	0,19
10	N10	7 hari	13,30	20,46	0,43	0,19
11	N11	14 hari	16,37	18,60	-1,43	2,03
12	N12	14 hari	16,71	18,99	-1,04	1,08
13	N13	14 hari	16,71	18,99	-1,04	1,08
14	N14	14 hari	17,39	19,77	-0,26	0,07
15	N15	14 hari	16,71	18,99	-1,04	1,08
16	N16	21 hari	18,08	19,03	-1,00	1,00
17	N17	21 hari	18,76	19,75	-0,28	0,08
18	N18	21 hari	18,08	19,03	-1,00	1,00
19	N19	21 hari	19,44	20,46	0,43	0,19
20	N20	21 hari	19,10	20,11	0,08	0,01
21	N21	28 hari	20,12	20,12	0,09	0,01
22	N22	28 hari	20,12	20,12	0,09	0,01
23	N23	28 hari	19,78	19,78	-0,25	0,06
24	N24	28 hari	20,12	20,12	0,09	0,01
25	N25	28 hari	20,12	20,12	0,09	0,01
				20,03		29,59

a. Kuat Tekan Estimasi 28 hari

Kuat tekan estimasi 28 hari dicari dengan cara membagi masing-masing nilai kuat tekan yang didapat di laboratorium dengan nilai faktor konversi umur beton ke umur 28 hari dengan nilai konversi umur sebagai berikut :

3 hari = 0,4

7 hari = 0.65

14 hari = 0.88

21 hari = 0.96

28 hari = 1

Contoh perhitungan pada sampel N1 (Beton laterit):

Konversi umur beton = 0,4 (3 hari)

Nilai kuat tekan beton = 8,53 MPa

Kuat tekan estimasi 28 hari

= Nilai kuat tekan beton / Konversi umur

= 8,53/0,4

= 21,32 Mpa

b. Kuat Tekan Rata Estimasi 28 hari (X_{rt})

Semua nilai kuat tekan beton yang telah dikonversikan ke umur 28 hari kemudian dicari nilai rata-ratanya (X_{rt}) dengan menggunakan rumus :

$$X_{rt} = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots) / n \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

X_{rt} = Nilai kuat tekan rata-rata (MPa)

$X_1, X_2, X_3 \dots$ = Nilai kuat tekan hari (MPa)

N = Jumlah data yang ada

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4.12 didapat nilai kuat tekan rata-rata estimasi 28 hari (X_{rt}) dari campuran beton laterit sebanyak 25 sampel adalah 20,03 MPa.

c. Mencari Nilai X_i^2

Nilai X_i^2 adalah perbedaan nilai kuat tekan rata-rata beton estimasi 28 hari dengan masing-masing nilai kuat tekan beton. Nilai ini kemudian dicari menggunakan rumus :

$$X_i^2 = (X - X_{rt})^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

X = nilai kuat tekan estimasi setiap beton (MPa)

X_{rt} = nilai kuat tekan rata-rata estimasi (MPa)

Contoh perhitungan X_i^2 pada sampel N1 (Beton laterit) adalah sebagai berikut:

Diketahui :

X = 21,32 MPa

X_{rt} = 20,03 MPa

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} X_i^2 &= (X - X_{rt})^2 \\ &= (21,32 - 20,03)^2 \\ &= 1,66 \end{aligned}$$

Semua nilai X_i^2 setiap sampel kemudian dihitung hingga pada sampel terakhir (N25) kemudian menjumlahkan semua nilai X_i^2 .

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.12 diketahui bahwa nilai ΣXi^2 adalah 29,59 MPa.

d. Standar Deviasi (sd)

Bervariasinya nilai kuat tekan beton yang didapat membuat nilai standar deviasi (sd) perlu dihitung untuk mengetahui tingkat penyimpangan yang terjadi pada pengujian yang dilakukan. Nilai standar deviasi (sd) dihitung menggunakan rumus :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum Xi^2}{(n-1)}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Contoh perhitungan standar deviasi (sd) pada campuran beton normal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} sd &= \sqrt{\frac{\sum Xi^2}{(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{29,59}{(25-1)}} \\ &= 1,11 \text{ MPa} \end{aligned}$$

e. Kuat Tekan Karakteristik (f'_{ck})

Untuk menghitung nilai kuat tekan karakteristik beton maka dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f'_{ck} = X_{rt} - (1,64 \times Sd) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

f'_{ck} = Kuat tekan karakteristik beton (MPa)

Sd = Standar deviasi (MPa) yang didapat menggunakan rumus

X_{rt} = Nilai kuat tekan rata-rata (MPa)

Contoh perhitungan kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f'_{ck} &= X_{rt} - (1,64 \times sd) \\ &= 20,03 - (1,64 \times 1,11) \\ &= 18,21 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Jadi, didapatkan 18,21 MPa sebagai nilai kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) pada campuran beton normal. Nilai ini lebih kecil dari f'_c yang direncanakan yaitu 20 MPa. Dari tabel 4.12 kuat tekan berumur 7, 14, dan 21 hari mengalami penurunan. kemungkinan disebabkan besar penyerapan batu laterit yang mengakibatkan

beton keropos pada benda uji sehingga mempengaruhi penurunan kekuatan beton. Jadi yang dicampur dengan bahan agregat yang penyerapan tinggi, kekuatan beton yang dihasilkan menjadi menurun.

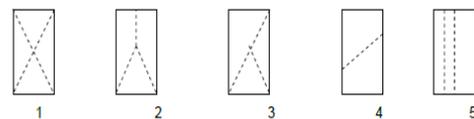
f. Pola Retak Pada Pengujian Kuat Tekan

Pada pengujian kuat tekan silinder beton ditemui satu kasus yang menarik untuk dicermati yaitu pola retak pada benda uji silinder beton seperti yang terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pola retak kerucut dan geser pada pengujian kuat tekan silinder beton dalam penelitian

Dimana pola retak yang terjadi menurut SNI-1974-2011 ada lima kemungkinan, seperti terlihat pada Gambar 4.3



- Keterangan:
- 1 Bentuk kehancuran kerucut
 - 2 Bentuk kehancuran kerucut dan belah
 - 3 Bentuk kehancuran kerucut dan geser
 - 4 Bentuk kehancuran geser
 - 5 Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak (kolumnar).

kehancuran pada benda uji

Pola retak yang ideal diharapkan adalah yang berbentuk kerucut (cone). Karena pola retak yang berbentuk kerucut menunjukkan kepadatan benda uji silinder merata dan permukaannya benar-benar datar, sehingga

penyebaran tekanan pada saat pengujian kuat tekan terjadi secara merata pada seluruh permukaan yang kemudian disalurkan merata pula pada seluruh bagian silinder. Pada beberapa permukaan silinder terdapat permukaan yang tidak merata, hal ini disebabkan karena adanya penyusutan yang terjadi pada beton pada saat proses pengikatan, sehingga permukaannya menurun dari keadaan semula. Hasil pengujian benda uji silinder menunjukkan pola retak yang

dominan terjadi adalah shear dan cone and shear, namun juga terdapat beberapa berbentuk kerucut (cone). Kasus ini mengindikasikan bahwa permukaan benda uji kurang datar dan kepadatannya juga kurang.

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Laterit Sebagai Agregat Kasar dan Pasir Mahakam Sebagai Agregat Halus yang dilakukan di Laboratorium teknik sipil, Universitas Mulawarman, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kuat tekan tertinggi pada beton laterit dengan komposisi sebagai berikut (pasir 28%; laterit 1/2 52%; laterit 2/3 20%). Nilai kuat tekan adalah sebesar 20,05 MPa pada umur 28 hari.
2. Nilai kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) beton laterit adalah 18,21 MPa
3. Proporsi campuran material beton laterit sesuai SNI 03-2834-2000 untuk 1 m³ adalah maka material yang dibutuhkan semen 352,4 Kg; air 178,35 Kg/ltr; pasir mahakam 502,2 Kg; laterit 1/2 892,98 Kg; laterit 2/3 344,72 Kg dan perbandingan adukan beton adalah semen: air: laterit 1/2: laterit 2/3 = 1: 1,42: 2,53: 0,98.
4. Nilai kuat tekan sebesar 20,05 MPa maka beton laterit dapat dipergunakan untuk membuat beton bertulang seperti pelat lantai dasar, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan dan struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan pasangan batu
5. Hasil pengujian benda uji silinder menunjukkan pola retak yang dominan terjadi adalah shear dan cone and shear

DAFTAR PUSTAKA

1. Aji, Pujo, dan Purwono, Rahmat. 2010. "Pengendalian Mutu Beton". ITSPress, Surabaya.
2. *ASTM Standards, 2002, ASTM C39-86 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, ASTM International, West Conshohocken, PA.*
3. Indrawinata, Erwanda. 2016. "Pemanfaatan Limbah Kaca (fritz) Sebagai Substitusi Sebagian Material Penyusun Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton". Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
4. Kementerian Pekerjaan Umum. 2010. Spesifikasi Umum (Revisi 3) Prasarana Transportasi Divisi 7 (Struktur).
5. Mulyono, Tri. 2005. "Teknologi Beton". Penerbit ANDI, Yogyakarta.
6. Paul Nugraha, dan Antoni.,2007, TEKNOLOGI BETON (dari material, pembuatan, kebeton kinerja tinggi). Yogyakarta:Andi
7. Sidiq, Abdul Karim. 2014. "Studi Pemanfaatan Agregat Laterit Terhadap Kuat Tekan Beton". Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
8. Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. "Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar".
9. Standar Nasional Indonesia 03-1969-1990. "Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar".
10. Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990. "Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus".
11. Standar Nasional Indonesia 03-1971-1990. "Metode Pengujian Kadar Air Agregat".
12. Standar Nasional Indonesia 03-1972-1990. "Metode Pengujian Slump Beton".
13. Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990. "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton".
14. Standar Nasional Indonesia 03-2417-1991. "Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles".
15. Standar Nasional Indonesia 03-2493-1991. "Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium".
16. Standar Nasional Indonesia 03-2847-2000. "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal".
17. Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002. "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung".
18. Standar Nasional Indonesia 1974:2011. "Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder".
19. Standar Nasional Indonesia S-04-1989-F "Persyaratan Bahan Pembentuk Beton untuk Konstruksi"
20. Suharwanto. 2005. *The Mechanical Behavior of Recycled Aggregate Concrete: Material-Structural Aspect*. Bandung: Perpustakaan ITB
21. Tiga, Tim Pandawa. 2014. "*Laterite Concrete Borneo*". Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.

-
22. Tjokrodimuljo, K. 1996. Teknologi Beton. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.