

Pemanfaatan Limbah Kaca Dan Batu Laterit Sebagai Subtitusi Sebagian Material Penyusun Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

Salma Alwi¹⁾, Mohammad Hidayat²⁾, Erwanda Indrawinata³⁾

E-Mail : salmaalwi@polnes.ac.id¹⁾; mohammad_hidayat18@yahoo.com²⁾; Erwanda@gmail.com³⁾;
Jurusan Teknik Sipil/Rekayasa Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Kota Samarinda 75131,
Kalimantan Timur, Indonesia

Koresponden naskah : salmaalwi@polnes.ac.id

SUBMITTED Mei 4, 2022 | REVISED Mei 15, 2022 | ACCEPTED Mei 25, 2022

ABSTRAK

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan dalam konstruksi pembangunan gedung dan perkerasan jalan. Agregat kasar dan semen merupakan 2 dari 4 komponen yang utama sebagai bahan penyusun beton. Sebagian agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu laterit serta bubuk kaca (*fritz*) yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Dengan memanfaatkan limbah kaca dan laterit yang telah dihancurkan menggunakan stone crusher sebagai pengganti sebagian material penyusun beton (agregat kasar dan semen) dengan tujuan penelitian untuk menentukan kuat tekan optimum beton campuran laterit dan bubuk kaca serta membandingkan hasil tersebut terhadap kondisi beton normal (tanpa penggunaan laterit dan bubuk kaca). beton campuran laterit dan bubuk kaca ini dibuat dengan 20 silinder berdasarkan masing-masing variasi bubuk kaca, dengan menggunakan campuran laterit "variasi 4" sebagai pengunci/penahan karena memiliki nilai kuat tekan tertinggi pada pengujian pendahuluan, oleh karena itu dikombinasikan dengan bubuk kaca berdasarkan presentase yang telah ditentukan. Komposisi material campuran laterit variasi 4 yang digunakan adalah semen : 10,31 kg , air : 6,92 liter , pasir palu : 22,95 kg , batu palu $\frac{1}{2}$: 11,56 kg, batu palu $\frac{2}{3}$: 11,75 kg, laterit $\frac{1}{2}$: 5,21 kg, laterit $\frac{2}{3}$: 5,10 kg. Sedangkan untuk komposisi penggunaan bubuk kaca adalah 3% : 0,31 kg, 6% : 0,62 kg, 9% : 0,93 kg, 12% : 1,24 kg. Berdasarkan perbandingan tersebut, dapat diketahui kadar bubuk kaca optimum beton campuran laterit variasi 4 + bubuk kaca adalah 6% dengan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 25.08 MPa. Dengan hasil tersebut nilai kuat tekan beton campuran laterit dan bubuk kaca mampu mencapai kuat tekan yang direncanakan, yaitu 25 MPa.

Kata Kunci : agregat kasar, beton, bubuk kaca, laterit, semen.

Concrete is a building material that is widely used in the construction of buildings and pavement. Coarse aggregate and cement are two of the four main components as the building blocks of concrete. The majority of coarse aggregate used in this research that the laterite and glass powder (fritz) used as a partial replacement of cement. By utilizing waste glass and laterite have been crushed using a stone crusher as a partial replacement of the material making up the concrete (coarse aggregates and cement) with the aim of research to determine the compressive strength of the optimum concrete mix laterite and powdered glass and compares these results to the concrete conditions of normal (without the use of laterite and glass powder). concrete mix laterite and glass powder is made with 20-cylinder based on each of the various glass powder, using a mixture of laterite "variation 4" as lock / brace because it has a compressive strength of the highest in the preliminary test, therefore, is combined with glass powder based on a percentage which has been specified. The composition of the mixture of laterite variation 4, cement: 10.31 kg, water: 6.92 liters, palu sand: 22.95 kg, palu stones $\frac{1}{2}$: 11.56 kg, palu stones $\frac{2}{3}$: 11.75 kg, laterite $\frac{1}{2}$: 5.21 kg, laterite $\frac{2}{3}$: 5.10 kg. As for the composition of the glass powder was

3% : 0.31 kg, 6% : 0.62 kg, 9% : 0.93 kg, 12% : 1.24 kg. Based on this comparison, it can be seen the levels of the optimum concrete mix glass powder, is laterite variations 4 + 6% glass powder with the compressive strength of 25.08 MPa characteristics. With these results the compressive strength of concrete mixture of laterite and glass powder capable of achieving the planned compressive strength at 25 MPa.

Keywords : cement, coarse aggregate, concrete, glass powder, laterite

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan utama yang sering digunakan pada konstruksi bangunan dan pemakaiannya telah lama dikenal di Indonesia. Dalam perkembangan ilmu yang semakin modern ini kita dituntut untuk mencari inovasi bahan penyusun beton yang dapat diperbaharui. Karena bahan yang dipakai untuk material penyusun beton merupakan bahan yang tidak bisa diperbaharui maka dalam kurun waktu tertentu akan berkurang dan habis.

Dari faktor diatas maka kita dapat mencari bahan pengganti material penyusun beton yang ramah lingkungan, namun tidak mengurangi kekuatan dari beton itu sendiri. Dengan memanfaatkan limbah kaca dan juga laterit yang banyak terbuang dan mengganggu keseimbangan lingkungan.

Batu laterit merupakan tanah yang mengeras menyerupai batu dari hasil pengendapan zat-zat seperti nikel dan besi. Menurut Direktorat Jenderal Mineral, Batubara Dan Panas Bumi (2010), Indonesia adalah salah satu penghasil laterit terbesar didunia, pemanfaatannya yang terbilang belum optimal dan bisa mengganggu lingkungan, maka penulis berinisiatif menggunakannya sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar pada campuran beton. Sementara itu limbah kaca dalam jumlah besar yang berasal dari industry, toko-toko kaca, maupun rumah tangga merupakan sumber

masalah bagi lingkungan. Pemanfaatan limbah kaca untuk digunakan kembali sebagai bubuk kaca merupakan salah satu solusi penanganan limbah yang tepat karena bubuk kaca memiliki sifat pozolanik yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Melalui penelitian ini diharapkan bahwa dengan menggabungkan batu laterit dan bubuk kaca sebagai pengganti sebagian material penyusun beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton dari pada beton normal, serta diharapkan dapat mengurangi limbah lingkungan dan menekan biaya pembuatan beton.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di kemukakan di atas, maka Permasalahan dalam penelitian ini adalahmjpg:

1. Apakah bubuk kaca dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton?
2. Apakah batu laterit dapat memenuhi sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada campuran beton?
3. Apakah beton dengan campuran batu laterit dan bubuk kaca memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal ?
4. Berapa komposisi penggunaan batu laterit dan bubuk kaca pada kuat tekan optimum?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian rancangan campuran beton menggunakan bubuk kaca dan batu laterit sebagai pengganti sebagian material penyusun beton, yaitu mencari komposisi penggunaan batu laterit dan bubuk kaca yang sesuai pada campuran beton mutu sedang sehingga mempunyai nilai kuat tekan beton yang memenuhi.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai kuat tekan optimum beton campuran batu laterit sebagai pengganti sebagian agregat kasar.
2. Menentukan nilai kuat tekan optimum beton campuran batu laterit dan bubuk kaca.
3. Membandingkan hasil tersebut terhadap kondisi beton normal (tanpa penggunaan bubuk kaca dan batu laterit).

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan materi tidak meluas, maka batasan penelitian yang dibuat dalam skripsi ini meliputi :

1. Mutu beton yang direncanakan adalah $f'c$ 25 Mpa untuk benda uji silinder dengan ukuran diameter 10 cm x 20 cm.
2. Menggunakan agregat kasar (1/2 dan 2/3) dan agregat halus dari palu.
3. Batu laterit sebagai pengganti sebagian agregat kasar yang diambil dari Kecamatan Palaran, Samarinda.
4. Kaca yang digunakan sebagai bubuk kaca pengganti semen adalah kaca soda gamping (*soda lime glass*) lolos saringan no 200 (\varnothing 0,075 mm).
5. Variasi penggunaan bubuk kaca adalah sebesar 3%, 6%, 9%, 12%.

6. Menggunakan semen PCC (Portland Composite Cement) merk Tiga Roda.
7. Nilai slump test yang digunakan adalah antara 30 - 60 mm.
8. Dalam menentukan proporsi campuran (mix design) dalam penelitian ini digunakan metode Departemen Pekerjaan Umum yang berdasarkan SNI 03-2834-2000.
9. Peraturan yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-1990.
10. Umur pengujian benda uji adalah 3, 7, 14, dan 28 hari.

BAB II 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). Tingkat mutu beton atau sifat-sifat lain yang hendak dicapai, dapat dihasilkan dengan perencanaan yang baik dalam pemilihan bahan-bahan pembentuk serta komposisinya. Beton yang dihasilkan diharapkan memenuhi ketentuan-ketentuan seperti kelecakan dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah tanpa menimbulkan segregasi atau pemisahan agregat dan bleeding, ketahanan terhadap kondisi khusus yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang hendak

dicapai, serta ekonomis dari segi biayanya (Aji, Purwono, 2010).

2.2 Bubuk Kaca (*Fritz*)

Bubuk kaca adalah bahan anorganik yang mengalami proses peleburan setelah itu mengalami proses pendinginan dan menjadi padat tanpa proses penkristalan. Kaca merupakan salah satu limbah yang kaya akan kandungan silika, dan biasanya limbah kaca hanya didaur ulang sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai guna limbah kaca.

Sifat dan perilaku kaca yang kaya akan silika dan pozzolanik diharapkan dapat mengganti fungsi dari pengganti sebagian semen. Unsur-unsur lain seperti oksidasi besi (Fe_2O_3) dan juga alumina (Al_2O_3) berfungsi untuk mengatur kecepatan proses hidrasi. Berikut adalah kandungan kimia bubuk kaca :

Tabel 2.1 Kandungan kimia bubuk kaca

No	Kandungan Bubuk Kaca	Jumlah Kandungan	Satuan
1.	SiO_2	72,5	%
2.	Al_2O_3	3,45	%
3.	Fe_2O_3	0,20	%
4.	CaO	9.7	%
5.	MgO	3.3	%
6.	SO_3	0.2	%

2.3 Batu Laterit

Batu laterit berasal dari tanah laterit yang merupakan salah satu jenis tanah yang subur, namun curah hujan yang tinggi membuat unsur hara dari tanah laterit larut sehingga kesuburannya hilang, pada keadaan lembab, tanah laterit mudah untuk dipotong tapi ketika terkena udara, laterit akan mulai mengeras karena kelembaban diantara partikel-partikel lempungnya menguap dan garam-garam besi membentuk struktur yang kaku sehingga laterit

sekarang banyak yang berbentuk bebatuan, Jenis laterit banyak ditemukan di wilayah beriklim tropis yang panas dan lembab.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data-data yang dibutuhkan memerlukan beberapa tahap, antara lain dengan :

3.3.1 Data Primer

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh dari hasil pengujian sampel benda uji di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Samarinda. Beberapa hal yang diuji dalam penelitian ini adalah :

- Pengujian Material.
- Pengujian Kuat Tekan Beton.

3.3.2 Metode Analisis

Setelah data yang diperlukan diperoleh secara keseluruhan, maka data yang ada tersebut dikumpulkan. Kemudian dengan literatur yang sudah didapatkan maka data tersebut diolah dan dianalisis dengan menggunakan data yang diperoleh dari pengujian.

3.2 Lokasi Pengambilan Laterit dan Limbah Kaca

Agregat laterit yang digunakan diperoleh dari Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Sementara itu limbah pecahan kaca (soda lime glass) yang diambil dari toko-toko kaca di wilayah Kota Samarinda.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik.

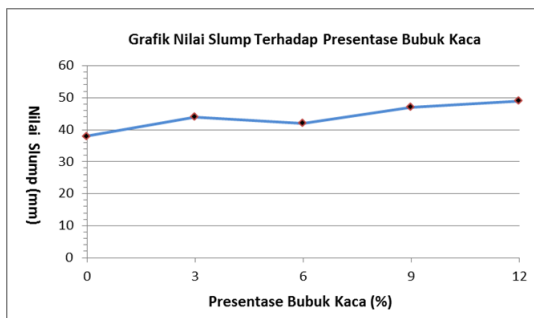
BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Slump Test

Setelah pembuatan campuran beton sesuai rancangan campuran beton, maka diukur nilai slump dari adukan tersebut. Adapun hasil dari nilai slump dari masing – masing campuran benda uji dapat dilihat pada tabel 4.1 dan grafik 4.1.

Tabel 4.1 Nilai *slump test*

No	% Laterit		% Bubuk Kaca	Nilai Slump (mm)
1	0%	+	0%	38
2	Variasi 4	+	3%	44
3			6%	42
4			9%	47
5			12%	49



Grafik 4.1 Nilai slump terhadap presentase bubuk kaca

4.2 Hasil Kuat Tekan Karakteristik

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 hasil perhitungan nilai f'_{ck} beton :

Tabel 4.2 Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton normal (Laterit 0% dan bubuk kaca 0%)

Laterit 0% + Bubuk Kaca 0% (Beton Normal)						
No	Nama Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Estimasi 28 hari (MPa)	X_i ($f'_c - X_{rt}$)	X_i^2 ($f'_c - X_{rt}$) ²
1	N1	3 Hari	11.46	28.66	1.27	1.62
2	N2	3 Hari	10.96	27.39	0.00	0.00
3	N3	3 Hari	11.21	28.03	0.63	0.40
4	N4	3 Hari	12.10	30.25	2.86	8.20
5	N5	3 Hari	11.46	28.66	1.27	1.62
6	N6	7 Hari	17.71	27.24	-0.15	0.02
7	N7	7 Hari	17.71	27.24	-0.15	0.02
8	N8	7 Hari	18.73	28.81	1.42	2.01
9	N9	7 Hari	17.58	27.05	-0.35	0.12
10	N10	7 Hari	17.83	27.44	0.05	0.00
11	N11	14 Hari	23.82	27.07	-0.32	0.10
12	N12	14 Hari	22.55	25.62	-1.77	3.13
13	N13	14 Hari	22.80	25.91	-1.48	2.19
14	N14	14 Hari	23.69	26.93	-0.47	0.22
15	N15	14 Hari	21.40	24.32	-3.07	9.43
16	N16	28 Hari	27.26	27.26	-0.13	0.02
17	N17	28 Hari	27.52	27.52	0.13	0.02
18	N18	28 Hari	26.75	26.75	-0.64	0.41
19	N19	28 Hari	27.90	27.90	0.51	0.26
20	N20	28 Hari	27.77	27.77	0.38	0.14
			27.39			29.93

- $X_{rt} = \frac{\sum X_i}{n} = 27,39 \text{ MPa}$
- $\sum X_i^2 = \sum (X - X_{rt})^2 = 29,93 \text{ MPa}$
- $S_d = \sqrt{\sum \frac{(X_i^2)}{n-1}} = 1,26 \text{ MPa}$
- $f'_{ck} = X_{rt} - (1,64 \times S_d) = 25,33 \text{ MPa}$

Tabel 4.3 Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton campuran laterit variasi 4 + bubuk kaca 3%.

Laterit Variasi 4 + Bubuk Kaca 3 %						
No	Nama Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Estimasi 28 hari (MPa)	X_i ($f'_c - X_{rt}$)	X_i^2 ($f'_c - X_{rt}$) ²
1	3a	3 Hari	12.10	30.25	3.42	11.69
2	3b	3 Hari	11.46	28.66	1.83	3.34
3	3c	3 Hari	12.23	30.57	3.74	13.97
4	3d	3 Hari	11.21	28.03	1.19	1.42
5	3e	3 Hari	10.96	27.39	0.55	0.31
6	3f	7 Hari	16.94	26.07	-0.77	0.59
7	3g	7 Hari	17.32	26.65	-0.18	0.03
8	3h	7 Hari	17.32	26.65	-0.18	0.03
9	3i	7 Hari	17.58	27.05	0.21	0.04
10	3j	7 Hari	19.62	30.18	3.35	11.20
11	3k	14 Hari	21.91	24.90	-1.94	3.75
12	3l	14 Hari	21.53	24.46	-2.37	5.62
13	3m	14 Hari	22.17	25.19	-1.65	2.71
14	3n	14 Hari	21.66	24.61	-2.23	4.96
15	3o	14 Hari	21.40	24.32	-2.52	6.33
16	3p	28 Hari	26.24	26.24	-0.59	0.35
17	3q	28 Hari	27.39	27.39	0.55	0.31
18	3r	28 Hari	28.15	28.15	1.32	1.74
19	3s	28 Hari	24.46	24.46	-2.38	5.65
20	3t	28 Hari	25.48	25.48	-1.36	1.84
			26.84			75.88

1. $X_{rt} = \frac{\sum x_i}{n} = 26,84 \text{ MPa}$
2. $\sum Xi^2 = \sum (X - X_{rt})^2 = 75,88 \text{ MPa}$
3. $S_d = \sqrt{\sum \frac{(Xi^2)}{n-1}} = 2,00 \text{ MPa}$
4. $f'_{ck} = X_{rt} - (1,64 \times S_d) = 23,55 \text{ MPa}$

Tabel 4.4 Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton campuran laterit variasi 4 + bubuk kaca 6%.

Laterit Variasi 4 + Bubuk Kaca 6 %						
No	Nama Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Estimasi 28 hari (MPa)	X_i ($f'_{c'} - X_{rt}$)	X_i^2 ($f'_{c'} - X_{rt}$) ²
1	6a	3 Hari	11.46	28.66	1.19	1.42
2	6b	3 Hari	12.10	30.25	2.78	7.75
3	6c	3 Hari	11.21	28.03	0.56	0.31
4	6d	3 Hari	11.21	28.03	0.56	0.31
5	6e	3 Hari	11.85	29.62	2.15	4.61
6	6f	7 Hari	17.32	26.65	-0.82	0.67
7	6g	7 Hari	17.07	26.26	-1.21	1.46
8	6h	7 Hari	18.85	29.01	1.54	2.36
9	6i	7 Hari	17.71	27.24	-0.23	0.05
10	6j	7 Hari	18.47	28.42	0.95	0.90
11	6k	14 Hari	22.68	25.77	-1.70	2.90
12	6l	14 Hari	22.42	25.48	-1.99	3.97
13	6m	14 Hari	23.82	27.07	-0.40	0.16
14	6n	14 Hari	22.80	25.91	-1.56	2.43
15	6o	14 Hari	23.57	26.78	-0.69	0.48
16	6p	28 Hari	28.03	28.03	0.56	0.31
17	6q	28 Hari	29.04	29.04	1.57	2.48
18	6r	28 Hari	25.48	25.48	-1.99	3.97
19	6s	28 Hari	25.66	25.66	-1.81	3.28
20	6t	28 Hari	28.03	28.03	0.56	0.31
				27.47		40.11

1. $X_{rt} = \frac{\sum x_i}{n} = 27,47 \text{ MPa}$
2. $\sum Xi^2 = \sum (X - X_{rt})^2 = 75,88 \text{ MPa}$
3. $S_d = \sqrt{\sum \frac{(Xi^2)}{n-1}} = 1,45 \text{ MPa}$
4. $f'_{ck} = X_{rt} - (1,64 \times S_d) = 25,08 \text{ MPa}$

Tabel 4.5 Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton campuran laterit variasi 4 + bubuk kaca 9%.

No	Nama Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Estimasi 28 hari (MPa)	X_i ($f'_{c'} - X_{rt}$)	X_i^2 ($f'_{c'} - X_{rt}$) ²
1	9a	3 Hari	11.72	29.30	5.13	26.31
2	9b	3 Hari	10.45	26.11	1.94	3.78
3	9c	3 Hari	11.46	28.66	4.49	20.18
4	9d	3 Hari	10.83	27.07	2.90	8.41
5	9e	3 Hari	10.45	26.11	1.94	3.78
6	9f	7 Hari	16.05	24.69	0.52	0.27
7	9g	7 Hari	15.80	24.30	0.13	0.02
8	9h	7 Hari	15.03	23.13	-1.04	1.09
9	9i	7 Hari	15.41	23.71	-0.46	0.21
10	9j	7 Hari	16.69	25.67	1.50	2.26
11	9k	14 Hari	19.36	22.00	-2.17	4.70
12	9l	14 Hari	17.71	20.12	-4.05	16.39
13	9m	14 Hari	18.85	21.42	-2.75	7.54
14	9n	14 Hari	18.34	20.85	-3.33	11.06
15	9o	14 Hari	18.60	21.13	-3.04	9.21
16	9p	28 Hari	23.44	23.44	-0.73	0.53
17	9q	28 Hari	23.69	23.69	-0.48	0.23
18	9r	28 Hari	24.20	24.20	0.03	0.00
19	9s	28 Hari	23.82	23.82	-0.35	0.12
20	9t	28 Hari	23.95	23.95	-0.22	0.05
				24.17		116.13

1. $X_{rt} = \frac{\sum x_i}{n} = 24,17 \text{ MPa}$
2. $\sum Xi^2 = \sum (X - X_{rt})^2 = 116,13 \text{ MPa}$
3. $S_d = \sqrt{\sum \frac{(Xi^2)}{n-1}} = 2,47 \text{ MPa}$
4. $f'_{ck} = X_{rt} - (1,64 \times S_d) = 25,10 \text{ MPa}$

Tabel 4.6 Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton campuran laterit variasi 4 + bubuk kaca 12%.

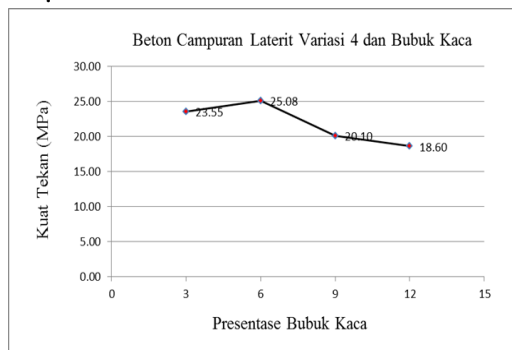
Laterit Variasi 4 + Bubuk Kaca 12 %						
No	Nama Sampel	Umur (Hari)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Estimasi 28 hari (MPa)	X_i ($f'_{c'} - X_{rt}$)	X_i^2 ($f'_{c'} - X_{rt}$) ²
1	12a	3 Hari	10.19	25.48	3.08	9.49
2	12b	3 Hari	9.81	24.52	2.12	4.51
3	12c	3 Hari	10.19	25.48	3.08	9.49
4	12d	3 Hari	9.43	23.57	1.17	1.37
5	12e	3 Hari	11.46	28.66	6.26	39.25
6	12f	7 Hari	14.52	22.34	-0.06	0.00
7	12g	7 Hari	13.50	20.77	-1.62	2.64
8	12h	7 Hari	14.65	22.54	0.14	0.02
9	12i	7 Hari	15.41	23.71	1.32	1.73
10	12j	7 Hari	14.27	21.95	-0.45	0.20
11	12k	14 Hari	17.07	19.40	-3.00	9.00
12	12l	14 Hari	17.83	20.27	-2.13	4.54
13	12m	14 Hari	17.96	20.41	-1.99	3.95
14	12n	14 Hari	17.45	19.83	-2.57	6.58
15	12o	14 Hari	17.58	19.98	-2.42	5.86
16	12p	28 Hari	21.66	21.66	-0.74	0.55
17	12q	28 Hari	21.15	21.15	-1.25	1.57
18	12r	28 Hari	22.42	22.42	0.02	0.00
19	12s	28 Hari	22.29	22.29	-0.10	0.01
20	12t	28 Hari	21.53	21.53	-0.87	0.76
				22.40		101.51

1. $X_{rt} = \frac{\sum x_i}{n} = 22,40 \text{ MPa}$
2. $\sum Xi^2 = \sum (X - X_{rt})^2 = 101,51 \text{ MPa}$
3. $S_d = \sqrt{\sum \frac{(Xi^2)}{n-1}} = 2,31 \text{ MPa}$
4. $f'_{ck} = X_{rt} - (1,64 \times S_d) = 18,60 \text{ MPa}$

Setelah melakukan perhitungan kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) pada setiap variasi, maka dapat diketahui kadar bubuk kaca optimum adalah 6% pada beton campuran laterit dan bubuk kaca dengan nilai kuat tekan sebesar 25,08 MPa. Berikut tabel daftar nilai kuat tekan karakteristik beton campuran laterit variasi 4 dan bubuk kaca estimasi umur 28 hari :

Tabel 4.7 Nilai kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) beton campuran laterit dan bubuk kaca estimasi 28 hari

Variasi Laterit	Kuat Tekan Karakteristik Rata-Rata Estimasi 28 hari (MPa)
3 %	23.55
6 %	25.08
9 %	20.10
12 %	18.60



Grafik 4.11 Grafik kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) beton campuran laterit dan bubuk kaca estimasi 28 hari

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian Pemanfaatan Limbah Kaca (*Fritz*) Dan Batu Laterit Sebagai Substitusi Sebagian Material Penyusun Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton yang dilakukan di laboratorium bahan Politeknik Negeri Samarinda, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kuat tekan tertinggi pada beton campuran laterit sebagai variasi pengunci/penahan terdapat pada variasi 4 dengan presentase (pasir 39,50% ; laterit 1/2” 10% ; laterit 2/3”

10% ; palu 1/2” 20,25% ; dan palu 2/3” 20,25%). Nilai kuat tekan pada variasi 4 adalah sebesar 25.48 MPa pada umur estimasi 28 hari.

2. Nilai kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) beton normal adalah 25,33 MPa pada umur 28 hari, artinya memenuhi kuat tekan rencana 25 Mpa.

3. Nilai kuat tekan karakteristik (f'_{ck}) tertinggi pada campuran laterit dan bubuk kaca terdapat pada penggunaan laterit variasi 4 dan bubuk kaca 6% yaitu 25,08 MPa pada umur 28 hari, artinya memenuhi kuat tekan rencana 25 Mpa.

4. Nilai kuat tekan karakteristik beton normal lebih tinggi dari pada beton campuran laterit dan bubuk kaca dengan selisih nilai kuat tekan 0,25 Mpa.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat disampaikan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk pengujian bahan, diusahakan nilai-nilai dari hasil pengujian material memenuhi standar dari pedoman yang digunakan, sehingga beton yang dihasilkan memiliki nilai kuat tekan yang dapat memenuhi.
2. Pada saat melakukan adukan beton nilai slump harus diperhatikan sesuai dengan yang ditentukan untuk mempermudah pengerjaan serta mendapatkan hasil pekerjaan yang maksimal.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi laterit dan bubuk kaca yang sama namun dengan umur pengujian lebih dari 28 hari, karena pada umur pengujian 28 hari, nilai kuat tekan masih mengalami peningkatan.

4. Melihat hasil dari pada penelitian, sebaiknya penggunaan kadar bubuk kaca sebagai pengganti sebagian semen tidak direkomendasikan melebihi angka 6% jika dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi agregat yang berbeda.
5. Melihat hasil beberapa pengujian pada agregat laterit kurang memenuhi, dapat direkomendasikan penggunaan agregat laterit dari beberapa wilayah atau quarry (tidak hanya satu tempat saja), karena kualitas dan karakteristik laterit bisa saja berbeda pada quarry yang berbeda pula.
6. Melihat hasil kuat tekan setelah umur 3 hari cenderung mengalami penurunan terhadap nilai kuat tekan konversi, disarankan ada penelitian lebih lanjut mengenai dampak rendaman terhadap kuat tekan beton yang menggunakan semen tipe *Portland Composite Cement* (PCC).

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Pujo, dan Purwono, Rahmat. 2010. *"Pengendalian Mutu Beton"*. ITSPress, Surabaya.
- Hanafiah, Neno. 2011. *"Pengaruh Penambahan Bubuk Kaca sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dengan Variasi 2%, 4%, 6% dan 8% terhadap Kuat Tekan dan Nilai Slump"*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah, Yogyakarta.
- Herbudiman, Bernardinus dan Januar, Candra. 2011. *"Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Powder Pada Self-Compacting Concrete"*. Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Karwur, Handy Yohanes, R. Tenda, S. E. Wallah, R. S. Windah. 2013. *"Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen"*. Jurnal, Fakultas Teknik, Unsrat, Manado.
- Mulyono, Tri. 2005. *"Teknologi Beton"*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum (Revisi 3) Prasarana Transportasi Divisi 7 (Struktur)*.
- Rikardus, 2013. *"Pengaruh Penggunaan Serbuk Kaca sebagai Substitusi Agregat Halus Dengan Bahan Tambah Superplastisizer Terhadap Sifat Mekanik Beton"*. Tugas Akhir, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Samekto. 2001. *"Teknologi Beton"*. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Sanjaya, Irfan. 2014. *"Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Penambahan Natrium Klorida (NaCl)"*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sidiq, Abdul Karim. 2014. *"Studi Pemanfaatan Agregat Laterit Terhadap Kuat Tekan Beton"*. Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Standar Nasional Indonesia 03-1968-1990. *"Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar"*.

- Standar Nasional Indonesia 03-1969-1990. "*Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*".
- Standar Nasional Indonesia 03-1970-1990. "*Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*".
- Standar Nasional Indonesia 03-1971-1990. "*Metode Pengujian Kadar Air Agregat*".
- Standar Nasional Indonesia 03-1972-1990. "*Metode Pengujian Slump Beton*".
- Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990. "*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*".
- Standar Nasional Indonesia 03-2417-1991. "*Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*".
- Standar Nasional Indonesia 03-2493-1991. "*Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*".
- Standar Nasional Indonesia 03-2847-2000. "*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*".
- Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002. "*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*".
- Standar Nasional Indonesia 03-4804-1998. "*Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*".
- Standar Nasional Indonesia 15-7064-2004. "*Semen Portland Komposit*".
- Standar Nasional Indonesia 1974:2011. "*Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*".
- Tanzil, Gunawan dan Nety. 2013. "*Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Pasir Dengan W/C 0,4 Dan 0,5*".
- Tiga, Tim Pandawa. 2014. "*Laterite Concrete Borneo*". Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.