

Pengganti Parsial Agregat Halus dengan Memanfaatkan Limbah Keramik

*Hartini¹, Muh. Adrian Hijiru¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia,

*hartini@unidayan.ac.id

Dikirim: 3 Mei 2024, Revisi: 20 Mei 2024, Diterim: 21 Mei 2024

Abstrak

Maksud penelitian ini untuk diketahui besarnya nilai kuat tekan dengan perawatan berupa perendaman pada air tawar selama 3, 7 dan 28 hari di laboratorium dengan substitusi limbah keramik lantai dengan persentase 8%, 9%, dan 10% dari berat agregat halus lokal (Pasir Barangka) dan untuk mengetahui komposisi penambahan limbah keramik lantai (tegel) yang optimum terhadap kuat tekan beton. Hasil optimum dari nilai uji kuat tekan rata-rata pada beton normal umur 28 hari mencapai 19,04 MPa. Pada substitusi limbah keramik lantai 8% umur 28 hari optimum mencapai 20,777 MPa. Pada penggunaan substitusi limbah keramik lantai 9% umur 28 hari optimum mencapai 20,39 MPa. Pada penggunaan substitusi limbah keramik lantai 10% umur 28 hari optimum mencapai 18,56 MPa. Penggunaan substitusi limbah keramik lantai diadakan beton cukup mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan, dimana diperlihatkan hasil uji tekan beton umur 28 hari pada substitusi 8% menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari yang dapat di capai pada beton normal.

Kata kunci : Beton, Kuat Tekan, Limbah Keramik Lantai.

Pendahuluan

Melihat pada pengertian beton yang di jelaskan dalam SNI 03-2834-2000, maka beton adalah gabungan antara semen Portland atau semen hidraulik sejenisnya, dengan menambahkan dua jenis agregat yaitu halus dan agregat kasar serta penggunaan air dimana dengan atau tanpa adanya penambahan bahan tambah sehingga terbentuk massa padat. Telah banyak dilakukan aplikasi berbagai macam material pada konstruksi. Untuk itu perlu memperhatikan sifat – sifat dan karakteristik bahan yang digunakan karena akan mempengaruhi kinerja dari beton yang terbentuk. Kinerja ini akan diselaraskan dengan jenis bangunan yang hendak dibuat, dengan memperhatikan kebutuhan konstruksi, kriteria kekuatan dan keawetan.

Dalam menghasilkan beton normal sesuai spesifikasi SNI 03-2834-200, telah dilakukan berbagai macam desain dan prosedur. Diantaranya dengan mendesain mutu material pembentuk beton seperti agregat halus dengan mengolah dan mendesain gradasi, bentuk, tekstur agregat, mendesain modulus kehalusan, dan memperhatikan kebersihan. Pada agregat kasar mendesain gradasi, ukuran maksimum, kuat hancur dan kebersihan agregat yang mempengaruhi ikatan pada adukan.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi selain memberikan dampak positif bagi kehidupan, juga diiringi dengan meningkatnya limbah yang dihasilkan. Produksi limbah semakin besar yang memberikan dampak negatif karena sebagian besar limbah ini dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Keramik lantai biasanya digunakan untuk lantai baik di ruang tamu, kamar mandi dan dinding. Keramik lantai biasanya terbuat dari Bahan *felspard*, *ball clay*, *kwarsa*, *kaolin*, dan air. Karakteristik keramik sangat dipengaruhi oleh proporsi kimia yang dikandungnya, struktur kristal pembentuk dan mineral bawaannya.

Limbah keramik lantai biasanya dihasilkan dari sisa dan pecahan pekerjaan pemasangan keramik lantai dan dinding pada sebuah pekerjaan konstruksi bangunan. Penelitian ini memanfaatkan limbah keramik lantai yang ada untuk bahan pengganti parsial material agregat halus dalam adukan beton. Persentase yang digunakan sebesar 8% ,9% dan 10%, dengan mutu beton rencana 20 MPa.

Dalam penelitian ini ingin diketahui nilai kuat tekan yang menggunakan pasir lokal asal Desa Barangka dibandingkan dengan penggunaan material limbah keramik sebagai pengganti sebagian agregat halus yang umumnya digunakan dengan persentase penggunaan limbah

keramik lantai yaitu 8%, 9%, dan 10% dari berat agregat halus lokal (Pasir Barangka).

Limbah Keramik Sebagai Bahan Substitusi

Keramik lantai berasal dari tanah liat yang dibakar. Bahan dasar pembentuk keramik terdiri dari *felspard*, *ball clay*, kwarsa, kaolin, dan juga air. Keramik yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh proporsi kimia penyusunnya, struktur kristal, dan mineral bawaan dari masing-masing material pembentuknya. Secara umum bahan pembentuk keramik adalah sebagai berikut:

1. *Clay* (Tanah Liat), fungsinya mempermudah proses terbentuknya keramik. Karena mempunyai sifat plastis maka Clay/Tanah Liat yang mengandung *hydrated aluminum silicate* ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$) ini membuatnya mudah dibentuk.
2. Kwarsa (*Flint*), pada keramik berfungsi menjaga kualitas tetap baik meskipun setelah melalui proses pembakaran. Karsa/batuan silika (SiO_2) mengurangi susut kering yang dapat meminimalisir terbentuknya retakan dan mengantisipasi susut sewaktu keramik dibakar.
3. *Feldspar*, *Feldspar* merupakan sumber alumina penting adalah salah satu bahan penyusun keramik yang mengandung soda dan potash yang menyebabkannya tidak larut dalam air. *Feldspar* ($K_2O \cdot Al_2SO_3 \cdot 6SiO_2$) pada saat pembakaran maka akan meleleh dan menyatukan partikel – partikel *clay* yang memberikan kekerasan dan kekuatan pada keramik. Setelah kembali ke suhu rendah maka *Feldspar* yang bertindak sebagai fluks memberikan efek kilau seperti lapisan kaca pada keramik yang dihasilkan.

Limbah keramik lantai Sebagian besar berasal dari pekerjaan konstruksi bangunan. Keramik lantai biasanya digunakan untuk lantai baik di ruang tamu, kamar mandi dan dinding. Limbah keramik lantai dihasilkan dari sisa dan pecahan pekerjaan pemasangan keramik lantai dan dinding pada sebuah pekerjaan renovasi bangunan.

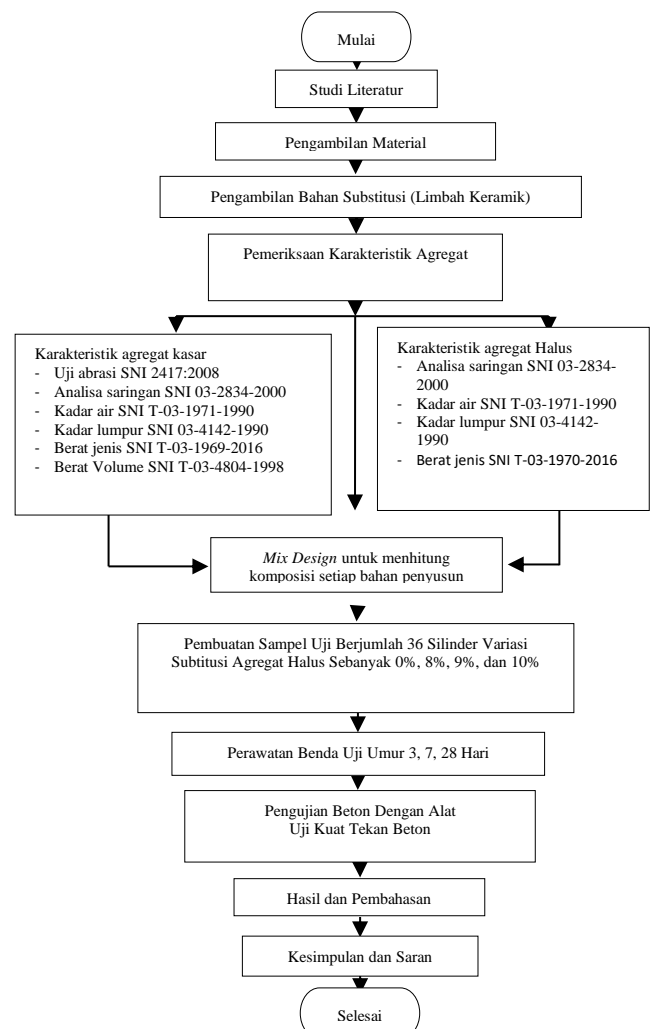


Gambar 1. Limbah Keramik Lantai

Metodologi Penelitian

Penelitian umumnya ada berbagai macam metode yang dapat digunakan. Metode pada penelitian ini adalah metode *experiment*. Dimana penelitian dimulai dengan membuat beberapa benda uji dengan beberapa variasi sehingga dapat menghasilkan sebuah *formula* yang memenuhi spesifikasi.

Secara garis besar metode yang akan dilaksanakan digambarkan pada bagan alir berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Bahan Dasar Penyusun Beton

Bahan penelitian yang digunakan adalah:

a. Semen. Pemilihan semen dalam penelitian adalah semen yang umum digunakan pada pekerjaan konstruksi di daerah tempat penelitian dilakukan yaitu jenis semen *portland* tipe I (PCC).

Semen yang bereaksi dengan air mengubahnya menjadi pasta semen. Pasta semen ini kemudian berfungsi menyatukan butiran-butiran agregat sehingga menciptakan suatu massa yang kompak/padat dan juga mengisi celah-celah di antara butiran-butiran agregat. (Kardiyono Tjokrodinuljo, 2007).

Tabel 1. Struktur Semen *Portland*

Senyawa Oksida	Komposisi (%)
CaO (Kapur)	60 s/d 65
SiO ₂ (Silika)	18 s/d 25
Al ₂ O ₃ (Alumina)	2 s/d 8
Fe ₂ O ₃ (Besi)	0,5 s/d 6
MgO (Magnesia)	0,5 s/d 4
SO ₂ (Sulfur)	1 s/d 2
Na ₂ O + K ₂ O (Soda/potash)	0,5 s/d 1

b. Agregat Halus.

Fraksi agregat halus ideal menurut standar SNI yaitu bebas ayakan 9,5 mm (3/8 in) dan tertahan ayakan 150 µm (No. 100). Adapun agregat halus yang dipakai diambil dari Desa Barangka, Kecamatan Kapontori, Kabupaten Buton.

Susunan agregat halus pada lubang ayakan dan persentase berat butirnya dapat dilihat pada Tabel 2. (Kardiyono Tjokrodinuljo, 2007).

Tabel 2. Susunan Butir Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Butir Lolos Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi ideal terdapat dalam standar SNI 03-2834-2000 agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Susunan Ayakan Ideal Agregat Halus

Diameter Ayakan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
9,5 mm (3/8 in)	100	100
4,75 mm (no.4)	90 - 100	97,5
2,36 mm (no.8)	80 - 100	90
1,18 mm (no. 16)	50 - 85	67,5
600 µm (no. 30)	25 - 60	42,5
300 µm (no. 50)	5 - 30	17,5
150 µm (no. 100)	0 - 10	5

c. Agregat Kasar.

Pembagian fraksi agregat kasar dilakukan dengan pengayakan analisa saringan. Agregat kasar yaitu bebas ayakan diameter 25 mm dan tertahan pada ayakan dengan diameter 4,75 mm (No. 4). Selanjutnya batu Pecah yang digunakan adalah batu pecah asal PT. Lakina Wolio, Kecamatan Sorawolio, Kota Baubau.

Pada SNI 03-2834-2000, disebutkan agregat kasar yang digunakan dapat berupa kerikil hasil pecahan dari batuan atau kerikil yang terbentuk secara alami.

Tabel 4. Susunan Ideal Saringan Untuk Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25	100	100
19	90 - 100	95
12,5	--	--
9,5	20 - 55	37,5
4,75	0 - 10	5

d. Limbah keramik yang digunakan berasal dari limbah konstruksi dalam penelitian ini limbah keramik yang dipakai berjenis keramik lantai yang diambil dari sisa dan pecahan pemasangan keramik lantai dan dinding pada pekerjaan sebuah renovasi bangunan yang berlokasi di Kelurahan Liwuto.

e. Air yang digunakan sebagai pencampur dan perendaman yaitu air PDAM. Air dalam konstruksi beton akan bereaksi dengan semen Portland dan menjadi bahan pelumas antara butiran-butiran agregat untuk kemudahan pengerjaan. Air yang dibutuhkan hanya sekitar 25 sampai 30% dari berat total semen yang digunakan. Apabila perbandingan air-semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka sulit dalam membuat beton, sehingga umumnya digunakan lebih dari 0,40 agar ada kelebihan air.

Pembuatan Sampel dan Bentuk Benda Uji

Spesimen yang akan diselidiki kuat tekannya dalam penelitian ini sejumlah 36 silinder diameter 150 mm dan tinggi 300mm, diawali dengan pemeiksaan beton segar terkait tingkat kemudahan pengerjaan. Uji selanjutnya berupa pengujian beton keras ditujukan untuk mengetahui kuat tekan yang dapat dicapai tiap-tiap variasi menggunakan limbah keramik.

Variasi dalam pengujian digunakan 8%, 9% dan 10% substitusi penggunaan limbah

keramik terhadap sebagian agregat halus yang digunakan serta beton dengan tanpa penggunaan limbah keramik.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Uji Karakter Pasir Desa Barangka

Karakteristik pasir asal Desa Barangka, Kecamatan Kapontori Kabupaten Buton disebutkan dengan lengkap dalam tabel dibawah ini.

Tabel 5. Data Penyelidikan Karakteristik Pasir Desa Barangka

Jenis Pemeriksaan	Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
Berat Jenis:				
Berat Jenis Bulk	2,32	1,6 -- 3,3	–	Tercapai
Berat Jenis SSD	2,27	1,6 -- 3,3	–	Tercapai
Berat Jenis Semu	2,23	1,6 -- 3,3	–	Tercapai
Penyerapan	1,59	Max 2 %	%	Tercapai
Berat Isi Lepas	1,48	1,4 -- 1,9	gr/cm ³	Tercapai
Berat Isi Padat	1,67	1,4 -- 1,9	gr/cm ³	Tercapai
Kandungan Lumpur	1,33	Max 5 %	%	Tercapai
Kadar Air	2,04	2 % -- 5 %	%	Tercapai

Pemeriksaan karakteristik memperlihatkan pasir Barangka memenuhi seluruh persyaratan yang disyaratkan dalam SNI yang selanjutnya boleh digunakan sebagai campuran adukan beton.

Pemeriksaan Analisa saringan terhadap berat marerial Pasir 1000 gram ditunjukkan secara lengkap pada Tabel 6 dan Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 6. Data Penyelidikan Analisa Ayak Pasir Desa Barangka

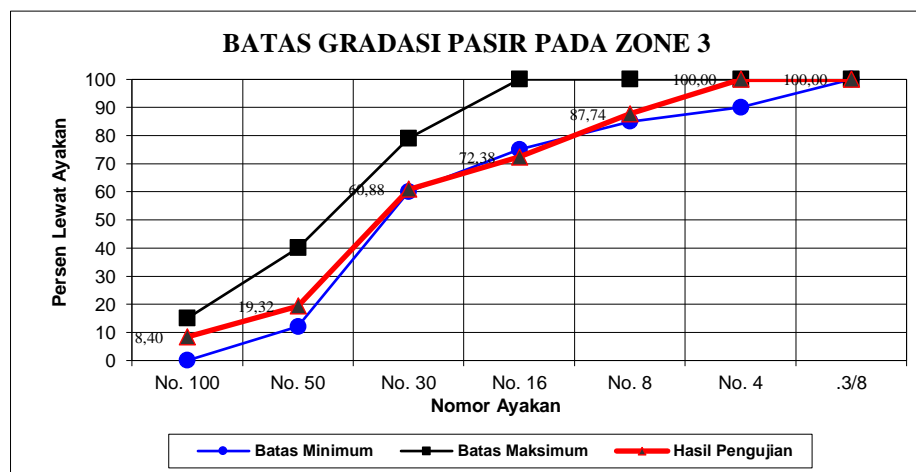
Ayakan	Rata-Rata Berat Tertahan dalam gram	% Tertahan	Kumulatif Tertahan dalam %	Kumulatif Lewat Ayakan dalam %
3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00
No.8	122,60	12,26	12,26	87,74
No. 16	153,60	15,36	27,62	72,38
No. 30	115,00	11,50	39,12	60,88
No.50	415,60	41,56	80,68	19,32
No. 100	109,20	10,92	91,60	8,40
Jumlah	1000	91,60	251,28	
	Fine Modulus	2,51		

Tabel 7. Data Penyelidikan Gradasi Pasir Desa Barangka

Susunan Lubang Ayakan	Persentase Berat Butiran Lolos Ayakan	
	Daerah III (Pasir Agak Halus)	Pasir Desa Barangka
3/8"	100	100
No. 4	90-100	100
No. 8	85-100	87,74
No. 16	75-100	72,38
No. 30	60-79	60,88
No. 50	12-40	19,32
No. 100	0-10	8,40

Penyelidikan analisa saringan diatas ketika digambarkan dalam grafik daerah gradasi

disajikan dalam grafik 2 berikut, masuk dalam kategori Zona III atau Pasair agak Halus.



Gambar 2. Grafik Gradasi III Pasir Desa Barangka

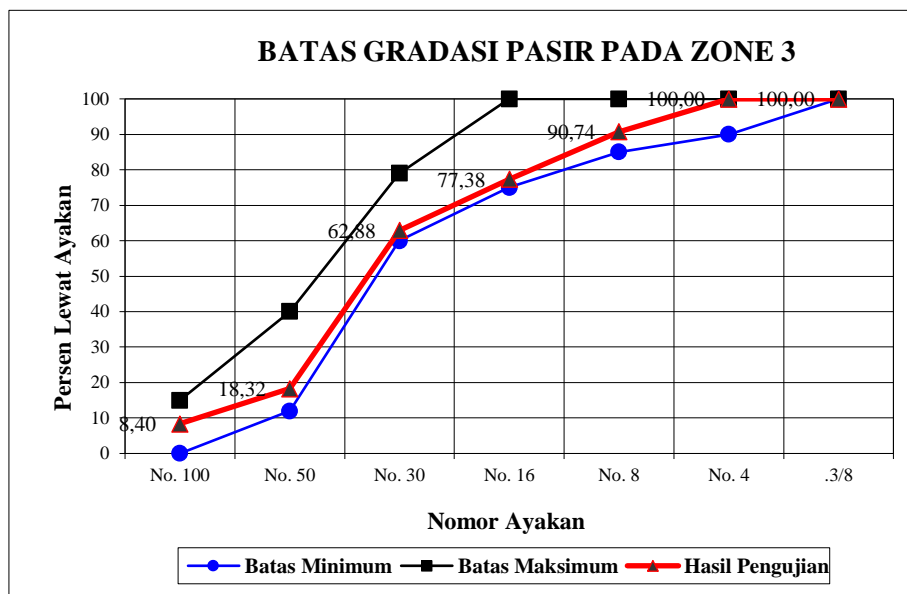
Hasil Penyelidikan Limbah Keramik

Penyelidikan analisa ayak Limbah keramik yang diambil dari sisa dan pecahan pemasangan keramik lantai dan dinding pada pekerjaan

sebuah renovasi bangunan yang berlokasi di Kelurahan Liwuto disajikan pada Tabel 8 dan diplotkan pada grafik gradasi berikut ini.

Tabel 8. Hasil Penyelidikan Analisa Ayak Limbah Keramik

Ayakan	Rata-Rata Berat Tertahan dalam gram	% Tertahan	Kumulatif Tertahan dalam %	Kumulatif Lewat Ayakan dalam %
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00
No.8	92.50	9.25	9.25	90.75
No. 16	133.40	13.34	22.59	77.41
No. 30	145.00	14.50	37.09	62.91
No.50	445.60	44.56	81.65	18.35
No. 100	99.40	9.94	91.59	8.41
Jumlah	1000	91,59	242,17	
	Fine Modulus	2,42		



Gambar 3. Grafik Gradasi III

Hasil penyelidikan gradasi Limbah Keramik menunjukkan hasil yang sama dengan Pasir Desa Barangka bahwa Limbah Keramik pengganti sebagian agregat halus berada pada Zona III yaitu kategori pasir agak halus dengan modulus kehalusan butir sebesar 2.42.

Hasil Penyelidikan Agregat Kasar

Penyelidikan batu pecah produksi PT. Lakina Wolio, Kecamatan Sorawolio dengan berat material 2000 gram ditampilkan dalam Tabel 9.

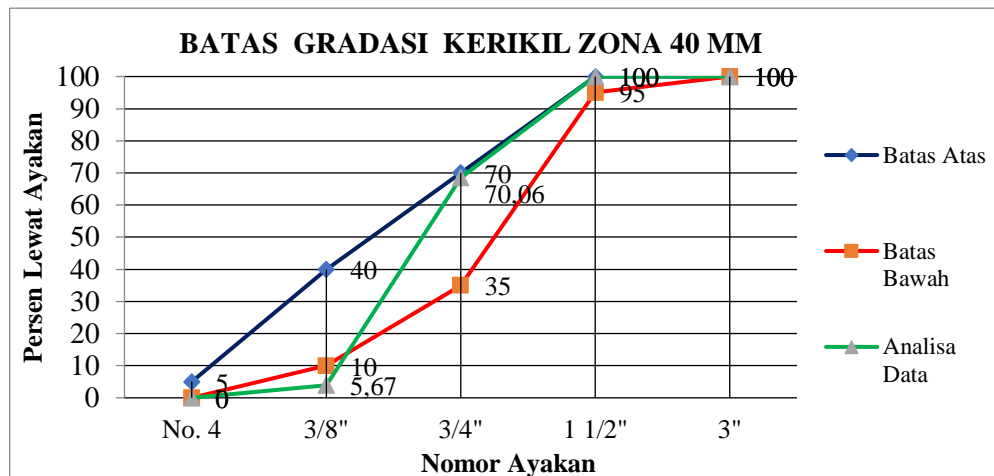
Tabel 9. Hasil Penyelidikan Karakteristik Agregat Kasar PT. Lakina Wolio

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi Satuan	Keterangan
Berat Jenis :			
Berat Jenis Bulk	2,31	1,6 -- 3,3	Tercapai
Berat Jenis SSD	2,26	1,6 -- 3,3	Tercapai
Berat Jenis Semu	2,22	1,6 -- 3,3	Tercapai
Penyerapan	1,70	Max 4 %	Tercapai
Berat Isi Lepas	1,27	1,6 -- 1,9 gr/cm ³	Tidak Tercapai
Berat Isi Padat	1,49	1,6 -- 1,9 gr/cm ³	Tidak Tercapai
Keausan	28,20	Max 50 %	Tercapai
Kadar Air	0,81	0,5 % -- 2 %	Tercapai
Kandungan lumpur	0,67	Max 1 %	Tercapai

Berdasarkan hasil penyelidikan yang dilakukan modulus kekasaran yang diperoleh tidak mencapai spesifikasi yang disebutkan dalam Standar Nasional Indonesia. Penyelidikan lainnya yang tidak memenuhi yaitu penyelidikan terhadap berat volume kondisi lepas dan pada kondisi padat memperlihatkan nilai belum mencapai spesifikasi yang disyaratkan dalam SNI.

Diluar itu, secara garis besar dapat dikatakan bahwa agregat kasar produksi PT. Lakina Wolio boleh digunakan sebagai salah satu material dalam campuran beton karena dapat mencapai sebagian besar persyaratan yang ditentukan.

Adapun Tabel 7 memperlihatkan rincian penyelidikan analisa ayak agregat kasar yang digunakan.



Gambar 4. Grafik Gradasi Batu Pecah PT. Lakina Wolio

Komposisi *Mix Design*

Penggabungan agregat berdasarkan penyelidikan gradasinya agregat diperoleh persen komposisi

sebesar 38.50% untuk agregat halus/pasir dan 61.50% agregat kasar, dengan Fas yang digunakan sebesar 0.58.

Tabel 10. Rancangan *Mix Design*

Material	Berat/m ³ (Kg)	Berat untuk 1 Sampel	Rasio Terhadap Jml. Semen
Air	186,86	1,02	0,59
Semen	318,97	1,69	1,00
Pasir	670,26	3,48	2,10
Batu pecah	1073,92	5,51	3,37

Tabel 11. Substitusi Limbah Keramik Lantai

Substitusi Limbah Keramik (%)	Berat dalam Kg (1 Benda Uji)	Berat dalam Kg (3 Benda Uji)
8%	0,28	0,84
9%	0,313	0,940
10%	0,35	1,044

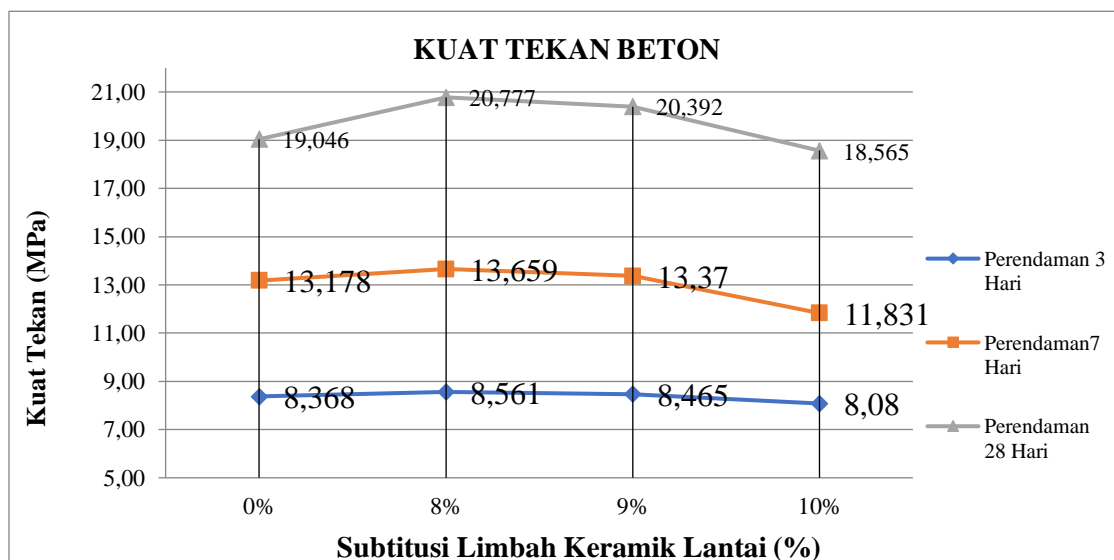
Dari Tabel 10 memperlihatkan komposisi material tanpa penggunaan limbah keramik sebagai substitusi sebagian pasir Desa Barangka. Adapun pada Tabel 11 diatas diperoleh berat limbah keramik berdasarkan persen substitusi yang telah ditetapkan untuk satu sampel dan berat untuk tiga sampel dalam kilogram

Hasil Penyelidikan Kuat Tekan

Penyelidikan untuk mempeoleh kuat tekan beton dilakukan terhadap spesimen silinder dengan substitusi limbah keramik 0%, 8%, 9% dan 10% terhadap berat agregat halus. Diperoleh pengujian tekan perendaman 3, 7 dan 28 hari, ditunjukkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 12. Rata-Rata Penyelidikan Kuat Tekan

No	Perendaman	Kuat Tekan ($\sigma'b$) MPa			
		Normal (0%)	8 %	9 %	10 %
1	Perendaman 3 hari	8,368	8,561	8,465	8,08
2	Perendaman 7 hari	13,178	13,659	13,37	11,831
3	Perendaman 28 hari	19,046	20,777	20,392	18,565



Gambar 5. Grafik Penyelidikan Kuat Tekan Substitusi Limbah Keramik Tiap Umur Perendaman

Dari grafik penyelidikan kuat tekan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa kuat tekan yang dapat mencapai kuat tekan desain sebesar 20 MPa hanya pada spesiemn dengan substitusi limbah keramik 8% dan 9% terhadap berat pasir Desa Barangka.

Ditunjukkan bahwa specimen beton 0% substitusi limbah keramik lantai pada perawatan 28 hari memiliki kuat tekan 19,046 MPa. pada substitusi limbah keramik lantai 8% pada umur perawatan yang sama mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 0,09% menjadi 20,777 MPa dari beton normal. Pada substitusi 9% juga mengalami kenaikan kuat tekan 0,07% terhadap beton tanpa substitusi limbah keramik yang mempunyai kuat tekan sebesar 20,392 MPa.

Peningkatan ini terjadi akibat substitusi keramik lantai dapat menjadi bahan pengisi pada pori-pori beton karena ukuran butirannya yang cukup halus sehingga kuat tekannya semakin meningkat.

Adapun beton dengan substitusi 10% mengalami penurunan karena persentase limbah

keramik lantai dalam jumlah banyak akan menyerap air yang ada dalam campuran beton yang menyebabkan tingkat *workability* rendah yang kemudian mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan.

Kesimpulan

Limbah keramik lantai yang dimanfaatkan pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pengganti terhadap sebagian agregat halus dalam adukan beton. Adapun variasi optimal dari 4 (empat) variasi yang digunakan yaitu variasi substitusi 8% yang memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 20,777 MPa atau meningkat 0,09% dari beton tanpa substitusi limbah keramik.

Daftar Pustaka

- Departemen Pekerjaan Umum. LPMB. (1989) *Spesifikasi Agregat Sebagai Bahan Bangunan*. SK SNI S-04-1989-F. Bandung: DPU- Yayasan LPMB.
- Ferguson, Phil M. (1986). *Dasar-Dasar Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Hermansyah, H., Suryanto, D., & Rasdiati, R. (2022). Pengaruh Penambahan Serbuk Limbah Keramik Terhadap Peningkatan Nilai Kuat Tekan Beton. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5 (1), 113-121.
- Huda, A. S. (2013). Pengaruh Limbah Keramik sebagai Pengganti Agregat Halus terhadap Mutu Beton. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 3 (1), 1-13.
- Revisdah, R., & Utari, R. (2018). Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- SK SNI S-04-1989-F. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan bangunan bukan logam)*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SK SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- SNI 03-2834-2000. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.