

PENGARUH PENGGUNAAN *RECYCLING CONCRETE AGGREGATE* TERHADAP BETON MUTU TINGGI K-350

Nadya Shafira Salsabilla¹, Okky Hendra Hermawan²

1, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal
2, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Beton, kuat tekan beton, beton *recycling*

* Penulis Korespondensi.

Nadya Shafira Salsabila

Alamat E-mail:

nadyashafira@upstegal.ac.id

Abstrak

Kemajuan dalam teknologi beton saat ini membuka peluang besar untuk meningkatkan performa beton dalam proyek konstruksi. Berbagai pendekatan telah dilakukan untuk meneliti dan mengoptimalkan kekuatan beton, salah satunya dengan mengkaji material yang digunakan dalam pembuatannya. Penelitian-penelitian tersebut berupaya mencari formula baru yang lebih efisien dan efektif. Inovasi yang tengah dikembangkan adalah penggunaan beton daur ulang dari limbah bongkaran bangunan. Pendekatan ini tidak hanya menawarkan alternatif dalam penggunaan bahan bangunan, tetapi juga sejalan dengan prinsip keberlanjutan dan pengurangan limbah konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan tekan yang dihasilkan oleh beton daur ulang yang digunakan untuk bahan pengganti agregat kasar pada campuran beton. Dalam studi ini, digunakan berbagai persentase beton daur ulang, yakni 0%, 30%, dan 50%, yang diuji dalam kondisi beton normal dan beton yang terpapar panas.

Hasil pengujian pada beton berusia 7 hari menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata masing-masing persentase adalah 21,57 MPa; 20,32 MPa; 21,45 MPa; 20,76 MPa; 21,32 MPa; dan 16,81 MPa. Pada usia 14 hari, hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan dengan kuat tekan rata-rata sebesar 24,90 MPa; 27,22 MPa; 25,02 MPa; 22,14 MPa; 23,96 MPa; dan 20,44 MPa. Sementara itu, pada usia 28 hari, beton mencapai kekuatan yang lebih signifikan dengan hasil berturut-turut 30,22 MPa; 30,79 MPa; 28,22 MPa; 24,96 MPa; 27,59 MPa; dan 23,08 MPa.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa beton daur ulang dengan persentase 30% pada kondisi normal mampu meningkatkan kekuatan beton secara signifikan, sementara penggunaan beton daur ulang dengan persentase 50% dalam kondisi terpapar panas justru menyebabkan penurunan drastis pada kuat tekan. Temuan ini penting untuk dipertimbangkan dalam inovasi campuran beton di masa mendatang, di mana efisiensi material harus diselaraskan dengan kondisi lingkungan dan daya tahan struktur dalam jangka panjang.

1. Pendahuluan

Kesadaran akan pesatnya perkembangan dan kemajuan pada sektor industri konstruksi, berperan penting dalam memenuhi kebutuhan manusia terutama pada fasilitas sarana dan prasarana serta tempat tinggal, semakin meningkat. Namun, laju perkembangan ini juga membawa dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu kontribusi besar industri konstruksi adalah menghasilkan sampah atau reruntuhan, berupa limbah padat dari berbagai aktivitas seperti industri, pertanian, dan perumahan, termasuk limbah yang berasal dari proyek pembangunan. Limbah akibat aktivitas konstruksi ini perlu dikelola dengan lebih bijak untuk mengurangi dampak lingkungannya.

Untuk mendukung perkembangan teknologi konstruksi yang berkelanjutan, dibutuhkan berbagai penelitian yang mendalam. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan teknologi sederhana yang mengutamakan penggunaan sumber daya lokal, termasuk pengolahan limbah konstruksi menjadi bahan bangunan alternatif. Limbah ini tidak hanya mengurangi volume sampah tetapi juga memberikan peluang untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang semakin terbatas. [1]

Sampah konstruksi yang dihasilkan dalam jumlah besar telah menarik perhatian global karena berpotensi merusak lingkungan dan mengakibatkan eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya alam. Salah satu solusi yang sedang dikembangkan untuk meminimalisir permasalahan ini yaitu dengan mendaur ulang beton bekas (*recycling*).

Beton yang telah digunakan dapat diolah kembali dan dijadikan agregat kasar untuk pembuatan beton baru, sehingga mengurangi kebutuhan akan sumber daya alam yang tidak terbarukan. Upaya ini penting dalam mendukung pembangunan yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan material. [2]

Beton yaitu material yang paling banyak dipergunakan dalam konstruksi terdiri dari agregat (pada umumnya berupa batu kasar dan pasir halus), semen, dan air, diproduksi melalui reaksi hidrasi kimiawi satu arah yang menyebabkan semen mengikat agregat menjadi satu. Produksi beton membutuhkan sumber daya alam yang sangat besar, terutama untuk mendapatkan agregat, yang merupakan komponen terbesar (berdasarkan volume, dan biasanya juga berat) dari campuran beton akhir.

Dalam beberapa dekade terakhir, didorong oleh aspirasi menuju konstruksi yang lebih berkelanjutan, ada dorongan untuk mengganti bahan agregat tradisional ini dengan produk daur ulang, seperti kaca, abu terbang, atau pecahan beton olahan.

Terdapat beberapa jenis beton yang umum dipergunakan dalam dunia konstruksi, salah satunya adalah beton bermutu tinggi. Pemilihan bahan material yang tepat sangat krusial untuk memastikan mutu beton yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Beton harus dirancang secara optimal dengan menggunakan material berkualitas agar mampu menjalankan fungsinya dengan baik dalam berbagai jenis pembangunan, seperti gedung, jembatan, jalan raya, atau infrastruktur lainnya yang bergantung pada penggunaan beton sesuai dengan rencana teknis.

Agregat merupakan salah satu komponen utama dalam pembuatan beton, dengan proporsi terbesar dalam campurannya. Tingginya permintaan beton dalam industri konstruksi berdampak pada meningkatnya kebutuhan agregat, yang pada gilirannya mendorong penambangan batuan secara masif sebagai bahan utama pembentuk beton. Akibatnya, sumber daya alam yang digunakan untuk keperluan pembetonan semakin menipis. Di sisi lain, banyak bangunan tua yang terpaksa dibongkar karena alasan pembaruan, kerusakan, atau tidak layak huni, yang turut menambah volume limbah konstruksi.

Situasi ini memotivasi para peneliti untuk mencari solusi berkelanjutan, yaitu dengan mendaur ulang limbah beton dari kegiatan pembongkaran atau proyek konstruksi. Limbah beton ini dapat dimanfaatkan sebagai agregat alternatif untuk menggantikan sebagian atau bahkan seluruh agregat alam dalam campuran beton. Pendekatan ini tidak hanya membantu mengurangi eksploitasi sumber daya alam, tetapi juga memberikan solusi bagi permasalahan limbah konstruksi yang terus meningkat.

Dari semua bahan konstruksi, beton adalah salah satu bahan yang paling tahan terhadap panas dan api. Pengalaman menunjukkan bahwa struktur beton lebih mungkin untuk tetap berdiri melalui api dari pada struktur yang terbuat dari bahan lain. Tidak seperti kayu, beton tidak terbakar dan tidak seperti baja, beton tidak kehilangan tingkat kekakuannya yang substansial pada suhu yang cukup tinggi [3].

Salah satu penyebab utama kegagalan pada struktur beton adalah ketika terjadi kebakaran, yang menyebabkan peningkatan suhu secara drastis. Peningkatan suhu ini dapat menyebabkan perubahan signifikan pada sifat-sifat struktur beton. Menurut Tjokrodimulyo (2000), beton pada dasarnya tidak dirancang untuk menahan suhu di atas 250°C. Ketika beton terpapar panas berlebihan, material ini akan mengalami keretakan, pengelupasan (spalling), dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan ini terjadi karena perubahan bertahap pada komposisi kimia pasta semen yang merupakan bagian integral dari beton. Pada kondisi ini, kemampuan struktur untuk mendukung beban menurun drastis, dan dalam beberapa kasus, beton tidak lagi mampu menahan beban yang ada, sehingga konstruksi tidak dapat lagi berfungsi sesuai dengan desain awalnya.

Menghadapi dampak kebakaran pada struktur beton yang melibatkan kerugian sosial, material, finansial, dan masalah lainnya, menjadi penting untuk menemukan solusi yang tepat untuk menangani permasalahan ini. Dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang terpengaruh oleh kerusakan pasca kebakaran, diperlukan perhatian khusus dalam menyusun langkah-langkah penyelesaian yang efektif agar struktur beton dapat dioptimalkan atau diperbaiki untuk mencegah kerugian yang lebih besar. Pada Penelitian ini nantinya akan direncanakan beton recycling sebagai bahan substitusi agregat kasar pada beton mutu tinggi K-350 dengan presentase yang telah ditentukan pada beton paparan panas. Melihat hal tersebut di paragraph di atas dan kaitannya dengan beton recycling sebagai bahan substitusi agregat kasar maka dalam penulis memilih judul **“Pengaruh Penggunaan Recycling Concrete Aggregate Terhadap Mutu Beton K-350”**.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian mengenai pemanfaatan agregat daur ulang (recycling concrete aggregate) sebagai bahan substitusi agregat kasar terhadap sifat mekanik, penulis menerapkan pendekatan metode eksperimen. Metode eksperimen ini melibatkan tindakan dan pengamatan yang direncanakan dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang bermanfaat dan dapat diterapkan dalam kehidupan masyarakat.

Pada penelitian ini, proses dimulai dengan pembuatan beton mutu K 350, di mana agregat kasar digantikan dengan beton daur ulang. Produk beton yang dihasilkan kemudian diuji untuk mengevaluasi kinerjanya. Pengujian dilakukan dengan menciptakan benda uji berbentuk kubus berukuran P 15 cm, L 15 cm, dan T 15 cm, yang akan diuji pada berbagai umur beton, yaitu 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan, di mana setiap tahap difokuskan pada pengujian sifat mekanik beton dengan menggunakan beton daur ulang yang berfungsi sebagai agregat kasar untuk menganalisis pengaruh substitusi tersebut terhadap kualitas dan kekuatan beton. Tahapan tersebut meliputi:

- Tahap Persiapan: Menyusun rencana dan mempersiapkan semua kebutuhan yang diperlukan untuk penelitian.
- Tahap Uji Material Bahan: Menguji kualitas dan karakteristik material yang akan digunakan dalam campuran beton.
- Tahap Pembuatan Benda Uji: Membuat benda uji dalam bentuk kubus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- Tahap Perawatan Beton (Curing): Melakukan perawatan pada benda uji untuk memastikan beton mencapai kekuatan yang optimal.
- Tahap Pengujian: Melaksanakan pengujian untuk mengevaluasi sifat mekanik dari benda uji.
- Tahap Analisis Data: Mengolah dan menganalisis data hasil pengujian untuk menarik kesimpulan.
- Waktu dan Tempat Penelitian: Pada penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium PT. BABN, yang terletak di Jl. Raya Yomani Guci KM. 01, Ds. Timbangreja, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal, yang menyediakan fasilitas dan sarana pendukung untuk kelancaran penelitian.

Dengan menggunakan metode eksperimen ini, penelitian bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh penggunaan agregat daur ulang terhadap sifat mekanik beton, serta untuk menjelajahi potensi inovasi dalam industri konstruksi.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Tahapan yang akan dilakukan pada pelaksanaan penelitian Penggunaan Bahan Tambah Beton Recycling sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton:

- Pengambilan bahan beton daur ulang yang digunakan untuk bahan substitusi agregat kasar, yang merupakan langkah awal untuk memastikan bahan sesuai dengan kebutuhan penelitian.
- Persiapan alat penelitian, memastikan semua peralatan yang diperlukan tersedia dan siap digunakan selama proses eksperimen.
- Pengujian agregat, dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat yang akan digunakan dalam pencampuran beton.
- Pembuatan rencana pencampuran beton (mix design), di mana komposisi material disusun untuk mendapatkan campuran beton yang sesuai dengan standar mutu.
- Pelaksanaan mixing design, yaitu proses pencampuran material beton sesuai dengan rencana yang telah disusun.
- Pengujian slump, dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan kerja (workability) dari campuran beton yang dihasilkan.
- Pembuatan benda uji, berupa cetakan kubus beton yang akan digunakan dalam pengujian kuat tekan.
- Perawatan benda uji (curing), untuk menjaga kualitas beton selama periode pengerasan.
- Pengujian kuat tekan benda uji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, untuk mengetahui perkembangan kekuatan beton seiring waktu.
- Pembakaran benda uji yang berusia 7 hari, 14 hari, dan 28 hari selama 3 jam pada suhu 200°C di enam sisi, untuk menguji ketahanan beton terhadap panas.
- Pengolahan data, yaitu proses analisis hasil uji kuat tekan dan ketahanan terhadap panas.
- Penyusunan kesimpulan, di mana temuan penelitian dirangkum berdasarkan hasil pengujian dan analisis data.

Langkah-langkah ini dirancang bertujuan memastikan pelaksanaan penelitian mendapatkan hasil yang akurat terkait penggunaan beton daur ulang sebagai agregat kasar dalam meningkatkan nilai kuat tekan beton.

2.2. Metode Analisis Data

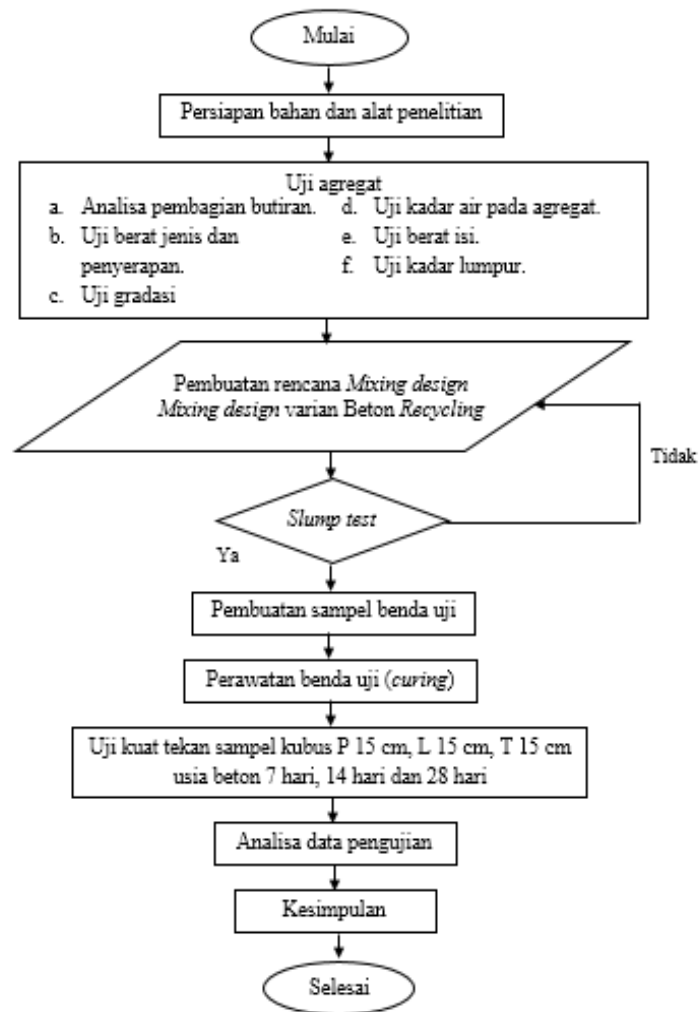
Metode Analisis Data Hasil Pengujian Laboratorium pada penelitian ini melibatkan beberapa uji laboratorium yang dilakukan untuk mengukur kualitas material dan beton yang dihasilkan. Berikut adalah tahapan pengujian yang dilakukan:

- Penimbangan material: Semua material yang digunakan, seperti agregat kasar dan halus, ditimbang menggunakan neraca untuk memastikan bahwa jumlah material sesuai dengan perencanaan pencampuran yang diharapkan.
- Penyaringan agregat: Agregat yang akan digunakan disaring menggunakan ayakan sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam SNI (Standar Nasional Indonesia), untuk memastikan ukuran partikel agregat memenuhi kriteria campuran beton yang diinginkan.
- Pengujian berat jenis, penyerapan, dan berat isi serta kadar lumpur: Dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan pada agregat kasar dan halus. Berat isi dan kadar lumpur agregat juga diuji untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kandungan lumpur terhadap kualitas campuran beton.
- Pengujian kadar udara, volume produksi campuran, dan berat isi: Pada pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data berat isi dan volume campuran beton serta kadar udara di dalam campuran beton. Uji slump juga dilakukan untuk mengukur workability atau kemampuan kerja campuran beton.

e. Pengujian nilai kuat tekan: Benda uji kubus beton diuji kuat tekannya berdasarkan prosedur yang sesuai dengan SNI. Uji ini dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari untuk mengevaluasi kekuatan tekan beton yang dihasilkan.

Setelah semua pengujian dilakukan, data dari hasil uji diolah dan dianalisis untuk mengetahui karakteristik material dan kinerja beton, serta untuk mendapatkan kesimpulan terkait pengaruh penggunaan beton daur ulang sebagai bahan pengganti agregat kasar.

2.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Fisik dan Mekanisme Bahan

Hasil dari beberapa pengujian material yang sudah dilakukan yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Ex. Cimalaka Kab. Kuningan		
Uraian	Hasil Pengujian	
	Sampel 1	Sampel 2
Tinggi Pasir + Lumpur (H_1)	11,5	11,4
Tinggi Pasir (H_2)	11,35	11,25
Kadar Lumpur $(H_1 - H_2) / H_1 \cdot 100\%$	1,30%	1,31%
Rara-rata Kadar Lumpur	1,31%	

Sumber: Hasil Laboratorium

Pengujian kadar lumpur dilakukan memiliki tujuan untuk mengukur kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus. Informasi ini sangat penting karena kadar lumpur yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas campuran beton, sehingga hasil pengujian ini akan menjadi faktor penentu dalam penelitian ini untuk memastikan bahwa agregat yang digunakan memenuhi standar yang diperlukan.

Tabel 2 Kadar Air Agregat Halus

Pengujian Kadar Air Agregat Halus		
Uraian	Hasil Pengujian	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Awal (H_1)	500	500
Berat Kering Oven (H_2)	478,4	483,7
Kadar Air $(H_1 - H_2) / H_1 \cdot 100\%$	4,32%	3,26%
Rara-rata Kadar Air	3,79%	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Pengujian kadar air dilakukan memiliki tujuan untuk mengukur kandungan air yang terdapat pada agregat halus. Hasil dari pengujian ini sangat penting, karena kadar air yang tepat akan mempengaruhi perhitungan proporsi campuran beton yang akan digunakan dalam penelitian. Dengan mengetahui kadar air yang akurat, peneliti dapat memastikan bahwa campuran beton yang dihasilkan memiliki sifat mekanis yang optimal dan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

a. Kuat Tekan 7 Hari

Tabel 3 Hasil Kuat Tekan 7 Hari

No	Kode Benda Uji	Umur Beton	Berat	Gaya Tekan	mutu K' (kg/cm^2)	Kuat Tekan Langsung	Rata-Rata Kuat Tekan	Mutu K'
		Hari	gr	KN	Kg/cm^2	$\text{N/mm}^2 = \text{Mpa}$	Mpa	Kg/cm^2
1	0% N	I	14	8,23	680	308,27	25,59	299,96
		II	14	8,12	640	290,13	24,08	
		III	14	8,22	665	301,47	25,02	
2	30% N	I	14	7,99	720	326,40	27,09	327,91
		II	14	7,92	740	335,47	27,84	
		III	14	8,32	710	321,87	26,71	
3	50% N	I	14	7,84	670	303,73	25,21	301,47
		II	14	7,83	665	301,47	25,02	
		III	14	7,85	660	299,20	24,83	
4	0% Paparan Panas	I	14	7,81	660	299,20	24,83	266,71
		II	14	8,71	520	235,73	19,57	
		III	14	7,57	585	265,20	22,01	
5	30% Paparan Panas	I	14	7,77	660	299,20	24,83	288,62
		II	14	7,71	630	285,60	23,70	
		III	14	7,93	620	281,07	23,33	
6	50% Paparan Panas	I	14	7,71	540	244,80	20,32	246,31
		II	14	7,78	590	267,47	22,20	
		III	14	7,62	500	226,67	18,81	

Sumber: Hasil Uji di Laboratorium PT. Bangun Anusrah Beton Nusantara



Gambar 2 Hasil Kuat Tekan 7 Hari

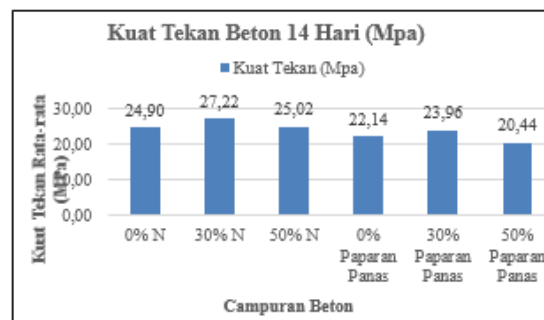
Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel dan grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton normal mencapai puncaknya pada umur 7 hari, di mana beton dengan 0% penggunaan beton daur ulang (recycling) memperoleh rata-rata kuat tekan sebesar 21,57 MPa, yang setara dengan 259,91 kg/m². Sementara itu, untuk kondisi beton yang mengalami paparan panas, nilai kuat tekan tertinggi juga dicapai pada umur 7 hari, dengan beton yang mengandung 30% beton daur ulang menghasilkan rata-rata kuat tekan sebesar 21,32 MPa, setara dengan 256,89 kg/m². Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun ada penggantian sebagian agregat dengan material daur ulang, beton masih dapat mempertahankan kekuatan yang relatif tinggi, terutama dalam kondisi paparan panas.

b. Kuat Tekan 14 Hari

Tabel 4 Kuat Tekan 14 Hari

No	Kode Benda Uji	Umur Beton	Berat	Gaya Tekan	mutu K' (kg/cm ²)	Kuat Tekan Langsung	Rata-Rata Kuat Tekan	Mutu K'
		Hari	gr	KN	Kg/cm ²	N/mm ² = Mpa	Mpa	Kg/cm ²
1	0% N	I 14	8,23	680	308,27	25,59	24,90	299,96
		II 14	8,12	640	290,13	24,08		
		III 14	8,22	665	301,47	25,02		
2	30% N	I 14	7,99	720	326,40	27,09	27,22	327,91
		II 14	7,92	740	335,47	27,84		
		III 14	8,32	710	321,87	26,71		
3	50% N	I 14	7,84	670	303,73	25,21	25,02	301,47
		II 14	7,83	665	301,47	25,02		
		III 14	7,85	660	299,20	24,83		
4	0% Paparan Panas	I 14	7,81	660	299,20	24,83	22,14	266,71
		II 14	8,71	520	235,73	19,57		
		III 14	7,57	585	265,20	22,01		
5	30% Paparan Panas	I 14	7,77	660	299,20	24,83	23,96	288,62
		II 14	7,71	630	285,60	23,70		
		III 14	7,93	620	281,07	23,33		
6	50% Paparan Panas	I 14	7,71	540	244,80	20,32	20,44	246,31
		II 14	7,78	590	267,47	22,20		
		III 14	7,62	500	226,67	18,81		

Sumber: Hasil Uji di Laboratorium PT. Bangun Anusrah Beton Nusantara



Gambar 3 Hasil Kuat Tekan 14 Hari

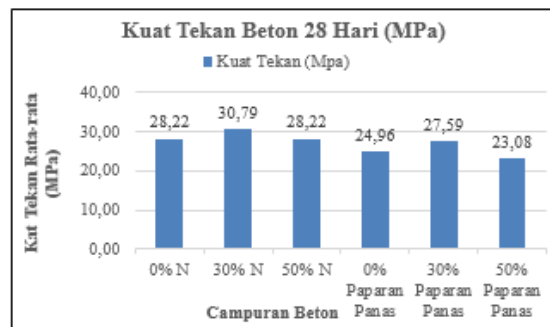
Berdasarkan informasi yang disajikan dalam tabel dan grafik di atas, dapat diinterpretasikan bahwa nilai kuat tekan beton normal mencapai maksimum pada umur 14 hari, di mana beton dengan penggantian 30% menggunakan beton daur ulang (recycling) berhasil memperoleh rata-rata kuat tekan sebesar 27,22 MPa, yang setara dengan 327,91 kg/m². Selain itu, untuk beton yang terpapar panas, nilai kuat tekan tertinggi juga dicapai pada umur 14 hari, di mana beton dengan 30% penggunaan beton daur ulang menunjukkan rata-rata kuat tekan sebesar 23,96 MPa, yang setara dengan 288,62 kg/m². Hasil ini menegaskan bahwa penggunaan beton daur ulang pada proporsi tersebut tidak hanya meningkatkan kekuatan tekan pada kondisi normal, tetapi juga menunjukkan performa yang baik meskipun dalam keadaan paparan panas.

c. Kuat Tekan 28 Hari

Tabel 5 Hasil Kuat Tekan 28 Hari

No	Kode Benda Uji	Umur Beton	Berat	Gaya Tekan	mutu K' (kg/cm ²)	Kuat Tekan Langsung	Rata-Rata Kuat Tekan	Mutu K'
		Hari	gr	KN	Kg/cm ²	N/mm ² = Mpa	Mpa	Kg/cm ²
1	0% N	I	28	8,44	760	344,53	28,22	340,00
		II	28	8,39	770	349,07		
		III	28	8,28	720	326,40		
2	30% N	I	28	8,11	815	369,47	30,79	370,98
		II	28	8,04	830	376,27		
		III	28	8,44	810	367,20		
3	50% N	I	28	7,96	760	344,53	28,22	340,00
		II	28	7,95	750	340,00		
		III	28	7,97	740	335,47		
4	0% Paparan Panas	I	28	7,92	590	267,47	24,96	300,71
		II	28	7,83	675	306,00		
		III	28	7,68	725	328,67		
5	30% Paparan Panas	I	28	7,92	740	335,47	27,59	332,44
		II	28	7,86	710	321,87		
		III	28	8,07	750	340,00		
6	50% Paparan Panas	I	28	7,85	620	281,07	23,08	278,04
		II	28	7,92	660	299,20		
		III	28	7,77	560	253,87		

Sumber: Hasil Uji di Laboratorium PT. Bangun Anugrah Beton Nusantara



Gambar 4 Hasil Kuat Tekan 28 Hari

Sumber: Hasil Uji di Laboratorium PT. Bangun Anugrah Beton Nusantara

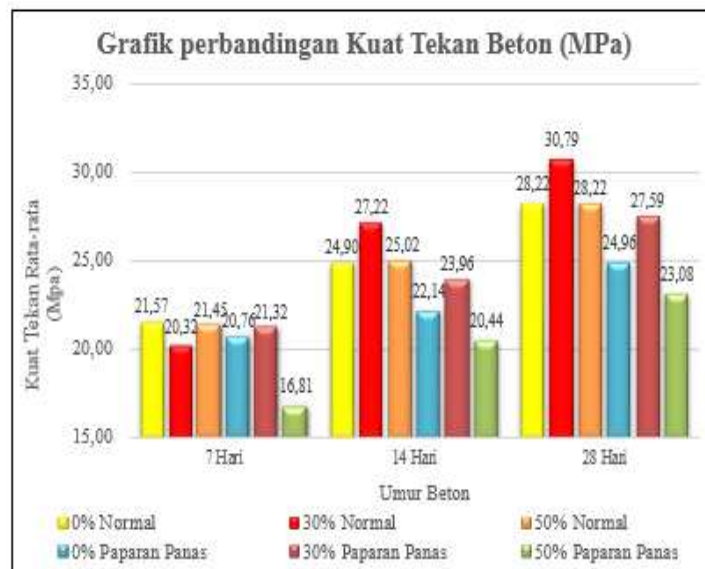
Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel dan grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan beton normal mencapai titik tertingginya pada umur 28 hari, di mana beton dengan proporsi 30% beton daur ulang (recycling) menghasilkan rata-rata kuat tekan sebesar 30,79 MPa, yang setara dengan 370,98 kg/m². Selain itu, untuk beton yang terpapar panas, nilai kuat tekan tertinggi juga dicapai pada umur 28 hari, di mana beton dengan 30% penggunaan beton daur ulang menunjukkan rata-rata kuat tekan sebesar 27,59 MPa, setara dengan 332,44 kg/m². Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan beton daur ulang pada persentase tersebut tidak hanya memberikan kontribusi positif terhadap kekuatan tekan beton dalam kondisi normal, tetapi juga menunjukkan performa yang memadai dalam situasi paparan panas.

3.3. Pembahasan

Adapun rekapan hasil perbandingan pengujian kuat tekan beton gabungan pada beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari nilai kuat tekan yang ditargetkan yaitu dengan K-350. adalah sebagai berikut :

Tabel 6 Rekap Uji Kuat Tekan

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON KESELURUHAN													
NO	Persentase Beton recycling (%)	Berat Beton (Gr)			Gaya Tekan (KN)			Mutu K' (Kg/cm ²)			Kuat Tekan Langrang (Mpa) (Mutu K'=0,083)		
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
1	0% (Normal)	8,09	8,23	8,44	550	680	760	249,33	308,27	344,53	20,69	25,59	28,60
2	0% (Normal)	8,10	8,12	8,39	570	640	770	258,40	290,13	349,07	21,45	24,08	28,97
3	0% (Normal)	8,02	8,22	8,28	600	665	720	272,00	301,47	326,40	22,58	25,02	27,09
Rata-rata								259,91	299,96	340,00	21,57	24,90	28,22
4	30% (Normal)	7,93	7,99	8,11	460	720	815	208,53	326,40	369,47	17,31	27,09	30,67
5	30% (Normal)	8,08	7,92	8,04	560	740	830	253,87	335,47	376,27	21,07	27,84	31,23
6	30% (Normal)	7,93	8,32	8,44	600	710	810	272,00	321,87	367,20	22,58	26,71	30,48
Rata-rata								244,80	327,91	370,98	20,32	27,22	30,79
7	50% (Normal)	7,80	7,84	7,96	560	670	760	253,87	303,73	344,53	21,07	25,21	28,60
8	50% (Normal)	7,89	7,83	7,95	555	665	750	251,60	301,47	340,00	20,88	25,02	28,22
9	50% (Normal)	7,93	7,85	7,97	555	660	740	269,73	299,20	335,47	22,39	24,83	27,84
Rata-rata								258,40	301,47	340,00	21,45	25,02	28,22
10	0% (Paparasi Panas)	7,72	7,81	7,92	570	660	590	258,40	299,20	267,47	21,45	24,83	22,20
11	0% (Paparasi Panas)	7,79	8,71	7,83	530	520	675	240,27	235,73	306,00	19,94	19,57	25,40
12	0% (Paparasi Panas)	7,67	7,57	7,68	555	585	725	251,60	265,20	328,67	20,88	22,01	27,28
Rata-rata								250,89	266,71	300,71	20,76	22,14	24,96
13	30% (Paparasi Panas)	7,58	7,77	7,92	565	660	740	256,13	299,20	335,47	21,26	24,83	27,84
14	30% (Paparasi Panas)	7,51	7,71	7,86	550	630	710	249,33	285,60	321,87	20,69	23,70	26,71
15	30% (Paparasi Panas)	7,61	7,93	8,07	585	620	750	265,20	281,07	340,00	22,01	23,33	28,22
Rata-rata								256,89	288,62	332,44	21,32	23,96	27,69
16	50% (Paparasi Panas)	8,03	7,71	7,85	460	540	620	208,53	244,80	281,07	17,31	20,32	23,33
17	50% (Paparasi Panas)	7,63	7,78	7,92	400	530	660	181,33	267,47	299,20	15,05	22,20	24,83
18	50% (Paparasi Panas)	7,52	7,62	7,77	480	500	560	217,60	226,67	253,87	18,06	18,81	21,07
Rata-rata								202,49	246,31	278,04	16,81	20,44	23,08



Gambar 5 Perbandingan Kuat Tekan

Berdasarkan grafik perbandingan dan analisis data hasil pengujian laboratorium, penulis menyimpulkan bahwa substitusi beton daur ulang dalam campuran beton normal berfungsi untuk mengubah karakteristik beton agar lebih sesuai untuk aplikasi tertentu. Hasil penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kekuatan Tekan pada Beton Normal Umur 7 Hari: Beton dengan 0% penggunaan agregat daur ulang menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi, yaitu rata-rata sebesar 21,57 MPa, setara dengan 259,91 kg/m².

- b. Kekuatan Tekan pada Beton Paparan Panas Umur 7 Hari: Beton dengan 30% agregat daur ulang menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 21,32 MPa, yang setara dengan 256,89 kg/m², mencatat kekuatan tekan tertinggi di kondisi ini.
- c. Kekuatan Tekan pada Beton Normal Umur 14 Hari: Beton dengan 30% agregat daur ulang memperoleh nilai kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 27,22 MPa, setara dengan 327,91 kg/m², menunjukkan peningkatan yang signifikan.
- d. Kekuatan Tekan pada Beton Paparan Panas Umur 14 Hari: Dengan 30% agregat daur ulang, beton ini menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata 23,96 MPa, setara dengan 288,62 kg/m², yang merupakan hasil terbaik untuk kondisi ini.
- e. Kekuatan Tekan pada Beton Normal Umur 28 Hari: Beton dengan 30% agregat daur ulang mencapai nilai kuat tekan tertinggi sebesar 30,79 MPa, setara dengan 370,98 kg/m², menunjukkan performa optimal pada umur ini.
- f. Kekuatan Tekan pada Beton Paparan Bakar Umur 28 Hari: Pada umur yang sama, beton dengan 30% agregat daur ulang mencatat nilai kuat tekan rata-rata 27,59 MPa, setara dengan 332,44 kg/m², menunjukkan bahwa meskipun ada penurunan, performa tetap signifikan.

Dari hasil-hasil tersebut, terlihat bahwa penggunaan beton daur ulang, khususnya pada presentase 30%, dapat memberikan dampak positif terhadap kuat tekan beton dalam berbagai kondisi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisis hasil pengujian laboratorium, dapat disimpulkan bahwa penggunaan beton daur ulang sebagai bahan substitusi agregat kasar dalam campuran beton, baik pada kondisi normal maupun dalam paparan panas, berfungsi untuk mengubah sifat-sifat beton agar lebih sesuai untuk aplikasi tertentu. Adapun pemanfaatan beton daur ulang terhadap sifat mekanis beton sebagai berikut:

- a. Pengaruh Persentase Substitusi: Presentase substitusi beton daur ulang sebagai pengganti agregat kasar memiliki dampak signifikan terhadap kekuatan tekan beton, yang menunjukkan peningkatan kekuatan yang lebih tinggi dan optimal dibandingkan dengan beton konvensional.
- b. Nilai Kuat Tekan Beton: Dapat disimpulkan bahwa penggunaan beton daur ulang dalam campuran beton menghasilkan nilai kuat tekan maksimum pada beton normal pada umur 7 hari, di mana beton dengan 0% penggantian menghasilkan kekuatan tekan rata-rata 21,57 MPa (setara dengan 259,91 kg/m²). Untuk kondisi paparan panas pada umur 7 hari, beton dengan 30% penggantian mencapai kekuatan tekan rata-rata 21,32 MPa (setara dengan 256,89 kg/m²). Pada umur 14 hari, beton normal dengan 30% penggantian menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi sebesar 27,22 MPa (setara dengan 327,91 kg/m²), sementara beton paparan panas dengan 30% penggantian memperoleh kekuatan tekan rata-rata 23,96 MPa (setara dengan 288,62 kg/m²). Pada umur 28 hari, beton normal dengan 30% penggantian mencapai nilai kuat tekan tertinggi sebesar 30,79 MPa (setara dengan 370,98 kg/m²), sedangkan beton paparan panas dengan 30% penggantian menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 27,59 MPa (setara dengan 332,44 kg/m²).
- c. Kesimpulan Kuat Tekan: Dari hasil pengujian di atas, dapat disimpulkan bahwa perbandingan nilai kuat tekan beton daur ulang dalam kondisi normal, khususnya pada presentase 30%, menghasilkan rata-rata tertinggi sebesar 30,79 MPa (setara dengan 370,98 kg/m²) pada umur beton 28 hari. Sebaliknya, pada kondisi paparan panas, kekuatan tekan mengalami penurunan, dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 27,59 MPa (setara dengan 332,44 kg/m²) pada umur beton 28 hari.

4.1. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan beberapa hal untuk penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan beton daur ulang sebagai bahan substitusi agregat kasar, antara lain:

- a. Konsistensi Penuangan Beton: Mengingat perbedaan hasil kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari, untuk penelitian selanjutnya disarankan agar proses penuangan beton ke dalam cetakan benda uji dilakukan secara merata. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya bagian yang kurang padat atau keropos, yang dapat mempengaruhi hasil pengujian.
- b. Kondisi Kering Sebelum Pengujian: Pastikan beton benar-benar kering sebelum melakukan pengujian, disarankan sekitar ± 24 jam (1 hari) agar hasil pengujian kuat tekan beton menjadi lebih akurat dan representatif.
- c. Penggunaan Presentase yang Lebih Tinggi: Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan presentase beton daur ulang yang lebih tinggi, dengan variasi penambahan bahan kimia yang relevan. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan hasil kuat tekan yang diinginkan, serta untuk mengeksplorasi potensi dari kombinasi bahan tersebut dalam meningkatkan performa beton.

Referensi

- [1] L. dan I. Yusra, A., Opirina, "Pengaruh Substitusi Agregat Buatan (Beton Daur Ulang) terhadap Kuat Tekan Beton Normal," *J. Tek. Sipil Univ. Teuku Umar*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2019, [Online]. Available:

- <http://www.jurnal.utu.ac.id/jtsipil/article/view/1562>
- [2] R. Kholilur Rohman and S. Daru Cahyono, "PENGUNAAN ABU AMPAS TEBU UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON DARI AGREGAT BETON BEKAS," vol. 14, pp. 87–93, 2013.
- [3] L. C. Muszynski and S. Gulas, "Eknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek Eknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek Eknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek Fire Resistance And Performance Of Alternative Concrete Wall Systems," *J. Constr Educ.*, vol. 6, no. 3, pp. 146–154, 2001.
- [4] K. Tjokrodimulyo, *Pengujian Mekanik Laboratorium Beton Pasca Bakar*. Yogyakarta: Nafri, 2000.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung," *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.
- [6] SNI 03-2834-2000, "Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal," *Standar Nas. Indones.*, vol. 3, p. 2834, 2000.
- [7] PBI, "Penjelasan dan Pembahasan Mengenai Peraturan Beton Indonesia," *Badan Standar Nas. Indones.*, 1971.