

STUDI EKSPERIMENTAL MIKROSTRUKTUR TERHADAP BETON LIMBAH MUTU TINGGI DENGAN MENGUNAKAN UJI XRD

Zulharnah¹, M. Irsan², Asri Mulya Setiawan³, dan Andi Ibrahim Yunus^{4*)}

^{1,2,3,4}Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar

¹zulharnahhasanramli@yahoo.co.id

²iccang980713@gmail.com

³klanmulyasetiawan@gmail.com

⁴andiibrahimjunus@yahoo.com

ABSTRAK

Beton dibuat dengan mencampur beberapa bahan, seperti pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya, dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Beton dapat digunakan diberbagai macam aplikasi konstruksi, bahkan hampir semua aktifitas konstruksi menggunakan material beton. Pemanfaatan limbah beton untuk pembuatan beton baru adalah salah satu inovasi dalam industri konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dan meminimalkan jumlah limbah yang dihasilkan dari bangunan yang rusak atau dibongkar. Proses ini dikenal sebagai daur ulang beton atau beton daur ulang. Tujuan dari pada penelitian ini, yaitu: menentukan kekuatan beton mutu tinggi dibandingkan dengan agregat limbah, persentase peningkatan kekuatan beton mutu tinggi yang dibuat dari limbah beton, dan mengetahui unsur-unsur pembentuk beton mutu tinggi dengan pengujian XRD. Penelitian ini dilakukan dengan proses karakterisasi kandungan unsur kimia dengan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), yaitu: prinsip kerja, persiapan sampel, dan analisis. Dari penelitian ini perbandingan kuat tekan yang didapatkan pada variasi 0% atau beton normal sebesar 36,9 Mpa; variasi 100% sebesar 37,7 Mpa; dan variasi 50% sebesar 39,4 Mpa; Persentase peningkatan kuat tekan yang didapatkan pada variasi 0% diperoleh kenaikan sebesar 19%’ variasi 50% diperoleh kenaikan sebesar 17%, dan variasi 100% hanya mengalami kenaikan sebesar 3%. Seiring dengan banyaknya limbah beton yang digunakan persentase kenaikan kuat tekan beton juga akan semakin rendah; dan persentase unsur-unsur senyawa pembentuk yang terkandung dari hasil uji XRD beton yang didapatkan pada beton limbah variasi 50% dan 100% mengalami penambahan 2 unsur senyawa yaitu: klorin dan magnesium klorida yang tidak didapatkan atau terkandung sama sekali pada beton normal

Kata kunci: Mikrostruktur, Beton Limbah, Uji XRD, klorin, dan magnesium klorida.

ABSTRACT

Concrete is made by mixing several materials, such as sand, gravel, crushed stone, or other aggregate, with a paste made of cement and water. Concrete can be used in a variety of construction applications, in fact almost all construction activities use concrete materials. The use of waste concrete for the manufacture of new concrete is one of the innovations in the construction industry that aims to reduce environmental impact and minimize the amount of waste generated from damaged or demolished buildings. This process is known as concrete recycling or recycled concrete. The aims of this research are: to determine the strength of high quality concrete compared to waste aggregate, the percentage increase in the strength of high quality concrete made from waste concrete, and to know the constituent

elements of high quality concrete by XRD testing. This research was carried out by characterizing the chemical constituents using X-Ray Diffraction (XRD), namely: working principles, sample preparation, and analysis. From this study the comparison of compressive strength obtained at 0% variation or normal concrete is 36.9 MPa; 100% variation of 37.7 MPa; and 50% variation of 39.4 Mpa; The percentage increase in compressive strength obtained at 0% variation obtained an increase of 19%; the 50% variation obtained an increase of 17%, and the 100% variation only experienced an increase of 3%. As more waste concrete is used, the percentage increase in concrete compressive strength will also be lower; and the percentage of forming compound elements contained from the results of the concrete XRD test found in waste concrete with variations of 50% and 100% experienced the addition of 2 compound elements, namely: chlorine and magnesium chloride which were not obtained or contained at all in normal concrete

Keywords: Microstructure, Waste Concrete, XRD Test, chlorine and magnesium chloride.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Beton dibuat dengan mencampur beberapa bahan, seperti pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya, dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. biasanya beton dengan penggunaan khusus ditambahkan satu atau lebih bahan adiktif untuk menghasilkan karakteristik beton tertentu seperti kemudahan konstruksi, ketahanan, dan waktu pengerasan. Upaya terus dilakukan untuk memperoleh kemajuan dalam teknologi beton yakni penambahan bahan tambah yang bertujuan mengurangi pemakaian semen agar lebih ekonomis, tetapi tidak menghilangkan sifat dari karakteristik beton itu sendiri.

Beton dapat digunakan diberbagai macam aplikasi konstruksi, bahkan hampir semua aktifitas konstruksi menggunakan material beton. Maka dari itu perlu adanya persediaan bahan pembentuk beton itu sendiri karena alam memiliki keterbatasan jika terjadi pengambilan secara terus-menerus dapat menurunkan sumber daya alam yang tersedia untuk digunakan bahan penyusun beton. Salah satu alternatif yang mudah ditemui di dunia konstruksi adalah limbah konstruksi yang ada di lingkungan sekitar sebagai bahan tambah atau pengganti agregat. Berdasarkan SII No. 0052-80, hasil pemecahan beton sebagian besar memenuhi syarat agregat untuk beton, sehingga dapat digunakan sebagai agregat penyusun beton. Oleh karena itu, beton agregat daur ulang adalah campuran beton yang dibuat dengan limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar penyusun beton.

Pemanfaatan limbah beton untuk pembuatan beton baru adalah salah satu inovasi dalam industri konstruksi yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dan meminimalkan jumlah limbah yang dihasilkan dari bangunan yang rusak atau dibongkar. Proses ini dikenal sebagai daur ulang beton atau beton daur ulang. Keuntungan dari menggunakan limbah beton dalam pembuatan beton baru adalah pengurangan limbah konstruksi, konservasi sumber daya, efisiensi energi dan biaya lebih rendah. Meskipun ada banyak manfaat dari teknologi ini, tetap ada beberapa tantangan yang harus diatasi, seperti kebersihan dan kualitas limbah beton yang dikumpulkan, pengangkutan, dan juga aspek teknis dalam penggunaan beton hasil daur ulang. Penggunaan limbah beton untuk pembuatan beton baru adalah langkah yang penting dalam mencapai konstruksi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan terus mengembangkan teknologi ini dan mengadopsinya secara luas, industri konstruksi dapat

berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan pengurangan dampak negatifnya.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis telah melakukan penelitian daur ulang beton menggunakan uji SEM pada tahun 2021 yang telah di ikuti dalam lomba KEGIATAN KRETIVITAS MAHASISWA (PKM). Penulis tertarik untuk melakukan sebuah pengembangan penelitian menggunakan uji XRD. Adapun penelitian ini berjudul “Studi Eksperimental Mikrostruktur Terhadap Beton Limbah Mutu Tinggi dengan Menggunakan Uji XRD”

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kekuatan beton mutu tinggi bila memakai limbah beton sebagai pengganti agregat kasar?
2. Berapa persentase peningkatan kekuatan beton mutu tinggi yang dibuat dari limbah beton dibanding dengan beton normal?
3. Bagaimana unsur-unsur pembentuk beton mutu tinggi dari limbah beton melalui uji XRD?

3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk Menentukan kekuatan beton mutu tinggi dibandingkan dengan agregat limbah
2. Untuk mengetahui persentase peningkatan kekuatan beton mutu tinggi yang dibuat dari limbah beton.
3. Untuk mengetahui unsur-unsur pembentuk beton mutu tinggi dengan pengujian XRD.

4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menggunakan beton SCC.
2. Mix design kuat tekan yg direncanakan sebesar $f'c = 40$ Mpa.
3. Pengujian slump test pada benda uji sebesar 8 cm
4. Proses *curing* benda uji direndam dalam air tawar.
5. Pengujian XRD pada umur perendaman 28 hari.
6. Limbah beton dengan ukuran 1/2 dan 3/8
7. Penggunaan limbah beton sebanyak 0%, 50%. dan 100%.
8. Tambahan zat aditif berupa superplasticizer merk sika visocrete 1003 dengan dosis 1%
9. Benda uji yang digunakan yaitu silinder yg dimensinya 10 cm x 20cm.
10. Pengujian kuat tekan benda uji beton
11. Tidak meneliti tentang pola retak beton silinder

METODOLOGI PENELITIAN

1. Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 28 hari pada bulan maret 2023 di laboratorium, Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar, yang dimulai dari tahap persiapan sampai pada tahap pengujian benda uji.

2. Alat Dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Timbangan dengan kepekaan 0,1gr dan 0,5gr
2. Mesin penggetar saringan
3. Satu set saringan dengan ukuran (#3/4, #1/2, #3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200, pan)
4. Cetakan silinder ukuran 10cm x 12cm x 60cm
5. Alat uji slump test
6. Mesin pencampur bahan beton mixer atau molen
7. Mesin pengujian kuat tekan
8. Ayakan ASTM satu set
9. Oven atau pengering
10. Alat bantu lainnya:
 - a. Sendok semen, digunakan untuk pengadukan.
 - b. Cawan atau talam digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan pengujian karakteristik agregat.
 - c. Kuas cat dipakai untuk membersihkan sisa bahan yang terdapat di alat-alat yang sudah dipakai.
 - d. Gelas ukur dengan kapasitas 2000 ml dan kapasitas 50 ml untuk menakar air.
 - e. Palu untuk mempermudah penghancuran limbah beton.
 - f. *Stop watch* alat ukur waktu.
 - g. Ember sebagai tempat air dan wadah adukan.
 - h. Bak perendam digunakan untuk merendam beton silinder.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Semen.
2. Pasir (agregat halus).
3. Kerikil limbah beton (agregat kasar).
4. Kerikil biasa
5. Air.
6. *Superplastizer*.

3. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap I (tahap persiapan)

Di tahap ini, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian disiapkan untuk memungkinkan penelitian berjalan lancar. Pembuatan cetakan benda uji silinder, yang mencakup pemrosesan limbah beton untuk menghasilkan agregat kasar, telah dilakukan.

2. Tahap II (Uji Karakteristik)

Pada tahap ini dilakukan pengujian karakteristik bahan penyusun beton yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a. Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus mengacu pada SNI tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel III. 1 Pengujian Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Spesifikasi
1	Kadar lumpur	0,2% - 5%
2	Kadar air	3% - 5%
3	Berat volume	
	a. Kondisi lepas	1,4 – 1,9 kg/ltr
	b. Kondisi padat	1,4 – 1,9 kg/ltr
4	Berat jenis	
	a. Berat jenis nyata	1,60 – 3,30
	b. Berat jenis dasar kering	1,60 – 3,31
	c. Berat jenis dasar permukaan	1,60 – 3,32
	d. absorbs	0,2 – 2%
5	Modulus kehausan	2,3 – 3,1
6	Kadar organik	< no. 3

Sumber: SNI (*Standar Nasional Indonesia*).

b. Pengujian Agregat Kasar

Pengujian ini dilakukan pada kerikil limbah beton apakah sudah lolos memenuhi syarat atau tidak sebagai pengganti agregat kasar.

3. Tahap III (Proses perencanaan *Mix Design*)

Mix design merupakan perencanaan pembuatan campuran beton atau perencanaan komposisi beton mutu tinggi dengan penambahan limbah beton sebagai agregat kasar, serta penambahan superplastizer jenis sika semen.

4. Tahap IV (Pembuatan Benda Uji)

Pada tahap ini, pembuatan dan pencampuran beton segar dilakukan sebagaiberikut:

- 1) Pencampuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air.
 - 2) Pemberian *Superplastizesier*.
 - 3) Pengujian *Slump Test*.
 - 4) Pemasukan beton segar ke cetakan.
 - 5) Pelepasan benda uji dalam cetakan setelah 24 jam (1 hari)
5. Tahap V (Curing atau Perawatan Beton)

Dalam pelaksanaanya curing bertujuan agar bisa mengetahui perkembangan sifat mekanik beton dalam hal ini kuat tekan setelah direndam dengan air dan dengan umur perendaman yang telah ditentukan yaitu 28 hari.

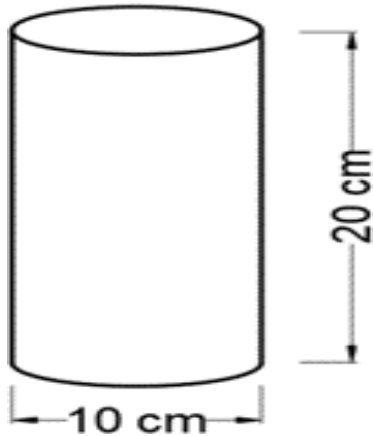
4. Benda Uji

Perencanaan pembuatan benda uji pada penelitian ini mengacu pada perencanaan *mix design* sesuai dengan SNI 03-4433-1997, tentang perencanaan campuran beton. Pada

perencanaan ini pembuatan benda uji untuk dimensi silinder 10cm x 20cm.

Tabel III. 2 Variabel Curing air tawar (10 cm x 20 cm).

No	Curing (hari)	Kode	Jumlah
1	28	SN ₂₈	3
2	28	SL(50%) ₂₈	3
3	28	SL(100%) ₂₈	3
Jumlah			9



Gambar III. 1 Sampel Silinder.

5. Pengujian Kuat Tekan

Alat Universal Testing Machine (UTM) digunakan untuk menguji kuat tekan silinder beton yang telah mengeras. Pembebanan dilakukan sampai silinder beton hancur atau retak, dan nilai beban maksimum (P) dicatat. Selanjutnya, tegangan tekan (f'_c) dihitung dengan alat ini.

Langkah-langkah untuk pengujian kuat tekan beton sebagai berikut:

1. Benda uji disiapkan yang dikeluarkan dari bak perendaman.
2. Diamkan benda uji sampai kering.
3. Timbang benda uji.
4. Lapisi permukaan atas benda uji dengan tujuan agar permukaan benda uji simetris.
5. Benda uji siap kuat tekan.
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji mengalami retakan kemudian catat beban maksimum dan perhatikan pola retak.



Gambar III. 2 Alat Uji Kuat Tekan

6. Uji XRD

Proses karakterisasi kandungan unsur kimia dengan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD):

- a. Prinsip Kerja: Ketika suatu sampel diiradiasi dengan sinar-X, sinar-X akan menyebabkan elektron dalam atom sampel untuk terlempar dari kulit dalam ke kulit luar. Proses ini meninggalkan kekosongan elektron pada kulit dalam. Ketika kekosongan ini diisi kembali dengan elektron dari kulit luar, sinar-X fluoresensi dipancarkan. Energi sinar-X fluoresensi ini sesuai dengan energi perbedaan antara kulit elektron yang terlibat dalam proses ini dan karakteristik untuk setiap unsur, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi unsur tersebut.
- b. Persiapan Sampel: Sampel harus dihancurkan atau digiling menjadi bubuk halus untuk analisis XRF.
- c. Analisis: Sampel yang telah dihancurkan ditempatkan di alat XRF, dan kemudian diiradiasi dengan sinar-X. Detektor akan mengukur energi sinar-X yang dipancarkan oleh sampel, dan data ini akan diinterpretasikan untuk mengidentifikasi dan mengkuantifikasi unsur-unsur yang ada dalam sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

terlihat pada tabel 4.1 Adapun perhitungan hasil laboratorium disajikan pada tabel berikut :

Tabel IV. 1 Rekap dari hasil pengujian agregat halus. (Pasir).

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil Dari Pengujian	Spesifikasi SNI	Keterangan
1	Kadar Lumpur(%)	2,630	0,20 – 5,00	Memenuhi (Lampiran No.1)
2	Modulus Kehalusan (%)	2,980	2,30 – 3,10	Memenuhi (Lampiran No.2)

3	Kadar Air (%)	4,530	3,00 – 5,00	Memenuhi (Lampiran No.3)
4	Berat Volume			
	a. Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,395	1,40 - 1,90	Memenuhi (Lampiran No.4)
	b. Kondisi Padat (kg/ltr)	1,473	1,40 - 1,90	Memenuhi (Lampiran No.4)
5	Berat Jenis			
	a. Nyata (gr)	2,890	1,60 – 3, 30	Memenuhi (Lampiran No.5)
	b. Dasar Kering (gr)	2,680	1,60 – 3, 31	Memenuhi (Lampiran No.5)
	c. Kering Permukaan (gr)	2,750	1,60 – 3, 32	Memenuhi (Lampiran No.5)
6	Absorpsi (%)	2.880	0,20 – 2,00	Tidak Memenuhi Syarat (Lampiran No.5)
7	Kadar Organik	<No 1	<No 3	Memenuhi (Lampiran No.6)

Sumber : Hasil Pengolahan Data.

Berdasarkan data hasil pengujian karakteristik terlihat bisa terlihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 bahwa pada pengujian agregat halus dan kasar memenuhi syarat SNI, karena bisa terlihat dari pengujian agregat masuk dalam spesifikasi agregat yang disyaratkan SNI, akan tetapi nilai absorpsi agregat halus tidak memenuhi syarat SNI.

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar (Limbah Beton).

Karakteristik limbah beton diuji di Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Pengujian ini selalu menggunakan SNI (Agregat Kasar) sebagai pengganti agregat kasar alami. Dapat dilihat pada tabel IV.2 Hasil Pengujian Limbah Beton.

Tabel IV. 2 Rekap pengujian dari agregat kasar (Limbah Beton).

No	Jenis Dari Pengujian	Hasil Dari Pengujian	Spesifikasi SNI	Keterangan
1	Berat Volume			
	Kondisi Lepas (kg/ltr)	1,610	1,60 – 1,90	Memenuhi
	Kondisi Padat (kg/ltr)	1,690	1,60 – 1,90	Memenuhi
2	Modulus Kehalusan (%)	6,210	6,00 – 7,10	Memenuhi
3	Kadar Air (%)	1,350	0,50 – 2,00	Memenuhi
4	Kadar Lumpur(%)	1,00	Maks 1	Memenuhi

5	Berat Jenis			
	a. Nyata (gr)	2,910	1,60 – 3, 33	Memenuhi
	b. Dasar Kering (gr)	2,430	1,60 – 3, 34	Memenuhi
	c. Kering Permukaan (gr)	2,480	1,60 – 3, 35	Memenuhi
6	Absorpsi (%)	2,010	Maks 4 %	Memenuhi
7	Keausan (%)	41,20	Maks 50	Memenuhi

Sumber : Zefamya (2018).

Berdasarkan data yang didapatkan terlihat pada tabel IV.3 bisa ditarik kesimpulan bahwa limbah beton yang menjadi pengganti agregat kasar memenuhi persyaratan SNI karena semua hasil pengujian limbah beton masuk dalam spesifikasi agregat yang disyaratkan SNI.

Rancangan Campuran (Mix Design).

Pada *mix design* mutu beton rencana adalah $F'c$ 40 Mpa. Dari penelitian ini menggunakan bahan tambah yaitu produk dari Sika jenis *Superplasticizer*. Hasil dari pemeriksaan material dan *mix design* diperoleh campuran agregat yang tepat bisa dilihat pada tabel IV.3

Tabel IV. 3 Campuran Bahan Beton 1 m³

Komposisi Bahan Penyusun Beton						
Berat /m ³ Beton (kg)	Air	Semen	Pasir	Kerikil	Superplasticizer	Total Berat
	400	1250	271.25	503.75	1.25	2,427
Persentase	16,4 %	51,1%	11,0%	20,1%	5,2%	100%

Sumber : Jurnal, Sutran Siding, dkk, (2020).

Tabel IV. 4 Komposisi Bahan Campuran Beton Untuk 1 benda uji sebesar 0.0072 m³ Ukuran Benda Uji (0,020 m x 0,010 m).

Komposisi Bahan Penyusun Beton					
Berat /m ³ Beton (kg)	Air	Semen	Pasir	Kerikil	Superplasticizer
	0.3925	1.9625	0.425	0.7912	0.009

Sumber: Dari Hasil Pengolahan Data

Slump Test

Pengujian slump test dilakukan buat mengetahui kekentalan (*workability*) adukan beton. Kekentalan adukan beton adalah nilai dari tingkat kemudahan campuran sebagai pekerjaan konstruksi tanpa mengakibatkan pemisahan bahan penyusun beton (*segregasi*). Peningkatan kekentalan beton dipengaruhi oleh jumlah air, jumlah semen, bentuk butir agregat dan besar butir agregat. Pengujian slump test dilakukan sebanyak 1 kali pada masing-masing variasi.

Tabel IV. 5 Nilai Slump Untuk Tiap Variasi Limbah Beton

No	Varisasi Campuran (%)	Test Slump (Cm)	Tes Slump Rata-rata (Cm)
1	0	8	8
2	50	8	
3	100	8	

Sumber : Jurnal, Sutran Siding, dkk, (2020).

Workability adalah sifat beton yang harus dimiliki untuk setiap perencanaan komposisi adukan beton. Ini berarti bahwa beton dapat dilakukan dengan mudah selama proses pencampuran, pengecoran, dan pengangkutan agar homogen dan tidak terurai.

Gambar IV 1 Pengujian slump



Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*), dengan kapasitas 3000 KN, dimana benda uji dipasang dengan posisi vertikal. Pengujian dilakukan hingga benda uji retak atau benda uji tidak lagi dapat menahan beban yang diberikan, hal ini ditandai dengan cara jarum berwarna hitam petunjuk pada alat UTM sudah turun ke angka 0, maka pembebanan telah sampai pada nilai maksimumnya.

Tabel IV. 6 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Silinder Normal

Tanggal Pengujian	Kode	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Slump (cm)	Luas (A) (mm ²)	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan ($f'_c = P/A$) (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
19/04/23	SN ₁	28	3,427	8	7850	310	39,480	36,939
19/04/23	SN ₂	28	3,465	8	7850	260	33,121	
19/04/23	SN ₃	28	3,485	8	7850	300	38,216	

Keterangan : SN = Silinder Normal, Hasil pengolahan data, 2022.

Sebelum di Uji



Sesudah di Uji



Gambar IV 2 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Normal (SN)

Tabel IV. 7 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Silinder limbah Lima Puluh Persen (SL 50%)

Tanggal Pengujian	Kode	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Slump (cm)	Luas (A) (mm ²)	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan (f ['] c = P/A) (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
20/04/23	SL50% ₁	28	3,523	8	7850	300	38,216	39,490
20/04/23	SL50% ₂	28	3,485	8	7850	290	36,942	
20/04/23	SL50% ₃	28	3,575	8	7850	340	43,312	

Keterangan : Hasil pengolahan data, Silinder Limbah 50%, (SL50%).

Sebelum di Uji



Sesudah di Uji



Gambar IV 3 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Limbah 50%.

Tabel IV. 8 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Beton Silinder limbah Seratus Persen (SL 100%)

Tanggal Pengujian	Kode	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Slump (cm)	Luas (A) (mm ²)	Beban (P) (KN)	Kuat Tekan (f ['] c = P/A) (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
-------------------	------	-------------	------------	------------	-----------------------------	----------------	-------------------------------------------	----------------------------

20/04/23	SL100% ₁	28	3,607	8	7850	300	38,216	37,791
20/04/23	SL100% ₂	28	3,495	8	7850	290	36,942	
20/04/23	SL100% ₃	28	3,569	8	7850	300	38,216	

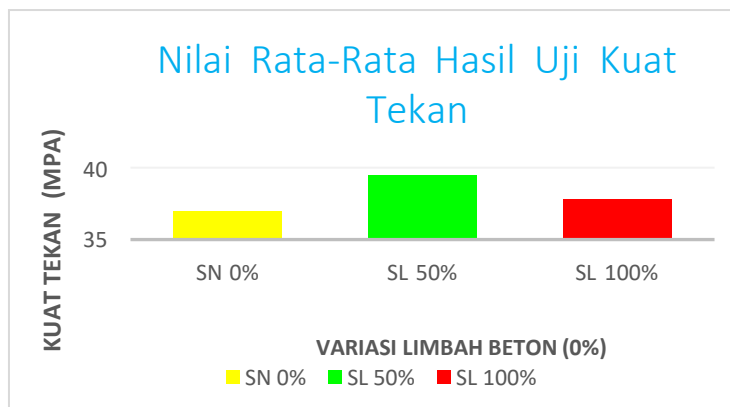
Keterangan : Hasil pengolahan data, Silinder Limbah 100%, (SL100%).

Sebelum di Uji

Sesudah di Uji



Gambar IV 4 Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder Limbah 1000%.



Gambar IV 5 Histogram kuat tekan pada masing-masing variasi benda uji

Keterangan : SN = Siliner Normal dan SL = Silinder Limbah.

Untuk variasi beton 0% kuat tekan benda uji silinder (menggunakan agregat kasar alami) rata-rata sebesar 36,9 Mpa, dibandingkan dengan kuat tekan benda uji yang menggunakan persentase limbah beton sebesar 50%, mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 39,4 Mpa dan yang menggunakan limbah beton sebesar 100% dengan nilai kuat tekan sebesar 37,7 Mpa.

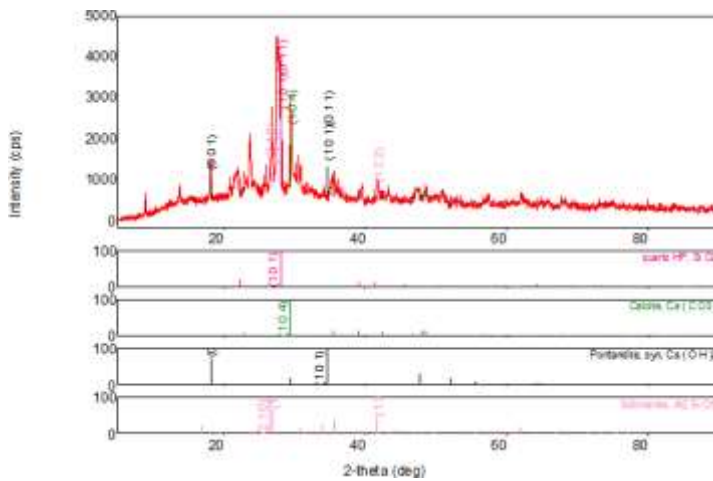
Pengujian XRD

Analisis X-Ray Diffraction (XRD) mempelajari komposisi kimia sampel dan menghasilkan spektrum yang menunjukkan hubungan antara intensitas dan energi. Spektrum ini dihasilkan dari penembakan berkas elektron pada target.



Gambar IV 6 Gambar Alat Uji XRD

Silinder Normal



Gambar IV 7 Diagram Hasil Pengujian XRD Silinder Normal
 Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel IV. 9 Hasil analisis kualitatif

Nama Senyawa	Rumus
quartz HP	Si O ₂
Calcite	Ca (C O ₃)
Portlandite, syn	Ca (O H) ₂
Sillimanite	Al ₂ Si O ₅

Sumber: Pengolahan Data

Keterangan: Hasil Pengolahan Data

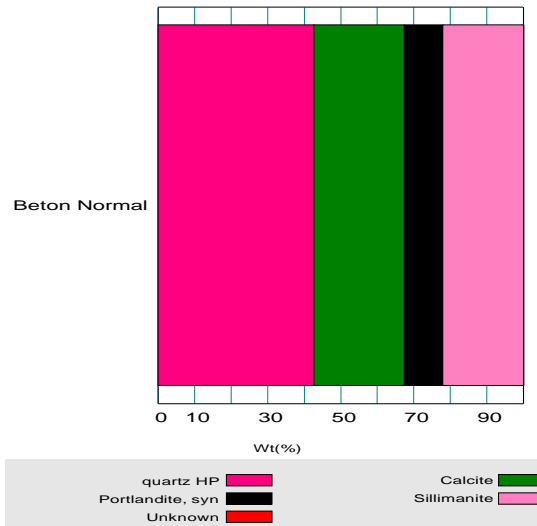
Tabel IV.9 Hasil Analisis Kuantitatif

Nama Senyawa	Persen(%)
quartz HP	43
Calcite	25

Portlandite, syn	11
Sillimanite	22

Sumber: Pengolahan Data

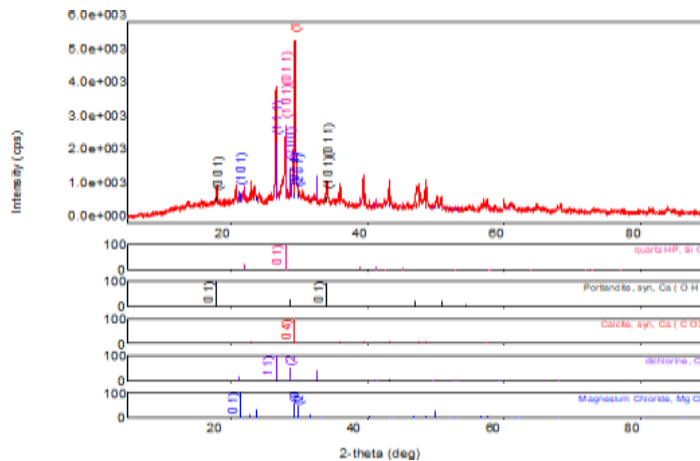
Keterangan: Hasil Pengolahan Data



Gambar IV 8 Persentase Senyawa yang Terkandung Dalam Silinder Normal

Dari Gambar IV.8 diatas dapat dilihat hasil dari reaksi yang ada dalam beton normal (0%) yakni, Kuarsa dengan persentase 43 % , Portlandite dengan persentase 11%, Kalsit dengan persentase 25%, dan Silimanit dengan persentase 22%.

Silinder Limbah 50%



Gambar IV 9 Diagram Hasil Pengujian XRD Silinder Limbah 50%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel IV. 10 Hasil analisis kualitatif

Nama Senyawa	Rumus
quartz HP	Si O ₂
Portlandite, syn	Ca (O H) ₂
Calcite, syn	Ca (C O ₃)

dichlorine	Cl ₂ O
Magnesium Chloride	Mg Cl ₂

Sumber: Pengolahan Data

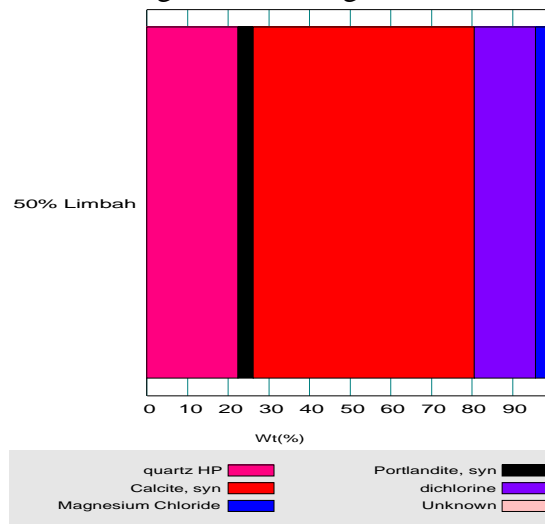
Keterangan: Hasil Pengolahan Data

Tabel IV. 11. Hasil Analisis Kuantitatif

Nama Senyawa	Persen(%)
quartz HP	22
Portlandite, syn	3.8
Calcite, syn	54
dichlorine	15
Magnesium Chloride	4.4

Sumber: Pengolahan Data

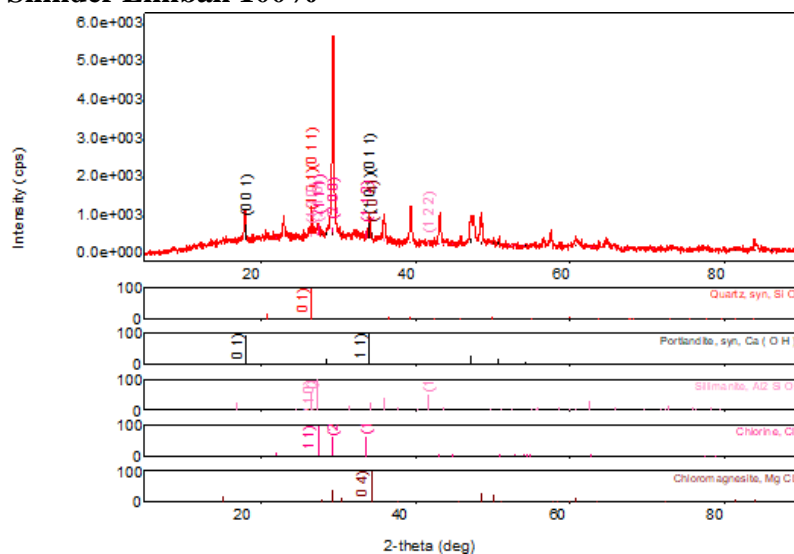
Keterangan: Hasil Pengolahan Data



Gambar IV 10 Persentase Senyawa yang Terkandung Dalam Silinder Limbah 50%

Dari Gambar IV.10 diatas dapat dilihat hasil dari reaksi yang ada dalam beton limbah (50%) yakni, Kuarsa dengan persentase 22 % , Portlandite dengan persentase 3,8%, Kalsit dengan persentase 54%, Diklorin monoksida dengan persentase 15% dan Magnesium klorida dengan persentase 4,4%.

Silinder Limbah 100%



Gambar IV 11 diagram Hasil Pengujian XRD Silinder Limbah 100%
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel IV. 12 Hasil analisis kualitatif

Nama Senyawa	Rumus
Quartz, syn	Si O ₂
Portlandite, syn	Ca (O H) ₂
Sillimanite	Al ₂ Si O ₅
Chlorine	Cl ₂
Chloromagnesite	Mg Cl ₂

Sumber: Pengolahan data

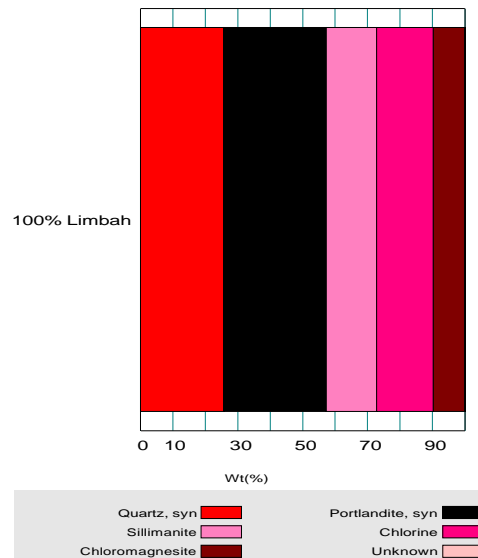
Keterangan: Hasil Pengolahan Data

Tabel IV. 13 Hasil Analisis Kuantitatif

Nama Senyawa	Persen(%)
Quartz, syn	26
Portlandite, syn	32
Sillimanite	16
Chlorine	17
Chloromagnesite	10

Sumber: Pengolahan data

Keterangan: Hasil Pengolahan Data



Gambar IV 12 Persentase Senyawa yang Terkandung Dalam Silinder Limbah 100%

Dari Gambar IV.12 diatas dapat dilihat hasil dari reaksi yang ada dalam beton limbah(100%) yakni, Kuarsa dengan persentase 26%, Portlandite dengan persentase 32%, Silimanit dengan persentase 16%. Klorin dengan persentase 17% dan Magnesium klorida dengan persentase 10%.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian sampel dan pengolahan data, dari pengolahan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar (kerikil) hingga pengujian kuat tekan dan pengujian XRD, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perbandingan kuat tekan yang didapatkan pada tiap sampel benda uji dari 3 variasi yang digunakan antara lain, pada beton normal atau variasi (0%) sebesar 36,9 Mpa, pada variasi (100%) sebesar 37,7 Mpa, dan pada variasi (50%) sebesar 39,4 Mpa.
2. Persentase peningkatan kuat tekan yang didapatkan pada tiap-tiap sampel benda uji antara lain variasi (0%) diperoleh kenaikan 19%, pada variasi (50%) diperoleh kenaikan 17%, sedangkan pada variasi (100%) hanya mengalami kenaikan 3%. Seiring dengan banyaknya limbah beton yang digunakan persentase kenaikan kuat tekan beton juga akan semakin rendah.
3. Persentase unsur-unsur senyawa pembentuk yang terkandung dari hasil uji XRD beton variasi (0%) antara lain Kuarsa dengan persentase 43 % , Portlandite dengan persentase 11%, Kalsit dengan persentase 25%, Silimanit dengan persentase 22%. Pada beton variasi (50%) Kuarsa dengan persentase 22 % , Portlandite dengan persentase 3,8%, Kalsit dengan persentase 54%, Diklorin monoksida dengan persentase 15% Magnesium klorida dengan persentase 4,4%. Sedangkan pada variasi (100%) Kuarsa dengan persentase 26%, Portlandite dengan persentase 32%, Silimanit dengan persentase 16%. Klorin dengan persentase 17%,Magnesium klorida dengan persentase 10%. Hal ini menandakan bahwasanya unsur-unsur senyawa yang didapatkan pada beton limbah variasi 50%,100% mengalami penambahan 2 unsur senyawa yaitu klorin dan magnesium klorida yang tidak didapatkan atau terkandung sama sekali pada beton normal.

2. Saran.

- a. Membuat penelitian selanjutnya dari limbah beton dengan perendaman yang lebih lama dari sebelumnya.
- b. Memperhatikan kondisi peralatan yang ada di labortorium khususnya saringan, bekisting/cetakan silinder dan palu beton.
- c. Untuk memastikan bahwa setiap penelitian dapat dilakukan sesuai dengan standar dan prosedur yang berlaku, sistem manajemen yang baik harus diterapkan di laboratorium bahan dan beton Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].Umar, 2003, *Optimalisasi analisis X-Ray Fluorescence Spectrophotometer dengan menggunakan metode preparasi sampel Fused Bead (pushed pellet).*Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [2].Fitton, G., 1997, X-Ray spektrometri fluoresensi, dalam Gill, R. (ed.), *Modern Analytical Geokimia: Sebuah Pengantar Analisis Kimia Kuantitatif untuk Bumi,Lingkungan Hidup dan Ilmuwan Bahan*, Addison Wesley Longman, Inggris.

- [3].Thoengsal, J 2017. Kategori jenis beton dalam penggunaanya. http://jamesthoengsal.blogspot.com/p/blog-page_46.html 2021.
- [4].Soelarso, dkk 2016. Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. Penelitian Jurusan Teknik Sipil Fakultas *Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa* . 2016. Vol.5, No.2.
- [5].Nurdin, S.S, dkk 2020. Kajian Eksperimental Kuat Lentur Pada Balok Beton Mutu Tinggi Dengan Perkuatan Wiremesh Yang Menggunakan Limbah Beton. Penelitian *Universitas Fajar Makassar 2020*.
- [7].Ahmad, S., Fasdarsyah, F., & Fahrosa, S. J. (2018). Pengaruh Variasi Abu Batu Terhadap Flowability Dan Kuat Tekan *Self Compacting Concrete*. *Teras Jurnal*, 7(2), 292.
- [8].Syamsuddin, R., Wicaksono, A., & Fazairin, F. (2011). Pengaruh Air Laut Pada Perawatan (Curing) Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton. *Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, 5(2), 68–75.