

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI METODE PERAWATAN TERHADAP MUTU
BETON NORMAL MENGGUNAKAN AGREGAT QUARRY BENANAIN**

***EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF CURING METHOD VARIATIONS ON THE
QUALITY OF NORMAL CONCRETE USING BENANAIN QUARRY AGGREGATE***

Deasi D. A. A. Daud^{*1}, Priska G. Nahak², Anastasia H. Muda³, Anie A. Tuati⁴

¹²³Dosen, Program Studi Teknis Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang

⁴Dosen, Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang

Korespondensi: deasi.daud@gmail.com

ABSTRAK

Variasi metode perawatan (curing) dapat mempengaruhi tingkat hidrasi semen yang berdampak langsung terhadap kuat tekan beton sebagai parameter utama mutu beton. Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk mengetahui metode perawatan yang paling efektif dalam meningkatkan mutu beton normal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi metode perawatan terhadap kuat tekan beton normal menggunakan material agregat dari Quarry Benanain. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan perancangan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000. Benda uji berbentuk silinder dirawat menggunakan tiga metode, yaitu perendaman dalam air, perawatan di luar ruangan dengan penyiraman, serta penutupan dengan karung goni selama 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari untuk masing-masing variasi metode curing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode perendaman menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 22,56 MPa, diikuti metode karung goni sebesar 20,95 MPa, dan metode perawatan di luar ruangan sebesar 18,17 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa variasi metode perawatan memberikan pengaruh terhadap mutu beton normal. Dengan demikian, hasil analisis menunjukkan bahwa metode perendaman dalam air merupakan metode paling efektif dalam meningkatkan kuat tekan beton.

Kata kunci: curing, mutu beton, metode perawatan

ABSTRACT

Variations in curing methods can affect the level of cement hydration, which directly influences the compressive strength of concrete as the main parameter of concrete quality. Therefore, it is necessary to investigate the most effective curing method to improve the quality of normal concrete. This study aims to analyze the effect of curing method variations on the compressive strength of normal concrete using aggregates from the Benanain Quarry. The method used is a laboratory experiment with concrete mix design based on SNI 03-2834-2000. Cylindrical specimens were cured using three methods: water immersion, outdoor curing with water spraying, and curing using wet burlap covering for 28 days. Compressive strength testing was conducted at the age of 28 days for each curing method. The results show that the immersion method produced the highest compressive strength of 22.56 MPa, followed by the burlap method at 20.95 MPa, and the outdoor curing method at 18.17 MPa. These results indicate that variations in curing methods significantly affect the quality of normal concrete. Therefore, the analysis shows that water immersion is the most effective method in improving concrete compressive strength.

Keywords: curing, concrete quality, curing method

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur modern karena memiliki kekuatan, durabilitas, serta kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai aplikasi struktural. Kualitas beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sifat material, proporsi campuran, kualitas pemadatan, dan praktik perawatan. Di antara faktor-faktor tersebut, perawatan beton memiliki peran penting dalam menjamin keberlanjutan proses hidrasi semen serta perkembangan sifat mekanis yang diharapkan.

Perawatan beton yang tepat diperlukan untuk mempertahankan kondisi kelembapan dan temperatur yang memadai selama proses pengerasan. Perawatan yang tidak memadai dapat mempercepat kehilangan kelembapan, menghambat proses hidrasi, serta menurunkan kekuatan dan kualitas beton secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemilihan metode perawatan yang sesuai menjadi penting untuk mencapai kinerja struktur beton sebagaimana yang direncanakan.

Kajian terdahulu membuktikan bahwa penerapan metode perawatan yang berbeda akan menghasilkan kuat tekan beton yang berbeda pula. Miswar et al (2021) menemukan bahwa metode perawatan berbasis perendaman air menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sejumlah teknik perawatan alternatif lainnya, karena proses hidrasi berlangsung secara optimal melalui pasokan kelembapan yang berkelanjutan. Senada dengan temuan tersebut, Osei et al (2019) melaporkan bahwa metode perawatan dengan genangan air mampu menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua metode pembanding, yaitu penyiraman air berkala dan perawatan dengan paparan udara terbuka.

Sejalan dengan perkembangan riset terkini, sejumlah kajian mutakhir semakin menegaskan urgensi retensi kelembapan dalam proses cura beton. Patandung et al (2024) mendokumentasikan bahwa perbedaan pola perkembangan kekuatan sangat ditentukan oleh metode perawatan yang diterapkan, baik berupa penutupan basah maupun penyiraman manual. Lebih lanjut, Haigh dan Sianaki (2025) melalui suatu kajian sistematis yang membandingkan beragam strategi cura, baik konvensional maupun lanjutan, menegaskan bahwa keberhasilan perawatan beton sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu kondisi lingkungan pelaksanaan cura dan kapasitas masing-masing metode dalam mempertahankan

kelembapan secara optimal sepanjang durasi hidrasi.

Meskipun telah banyak penelitian yang mengkaji perawatan beton, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada jumlah teknik perawatan yang terbatas atau dilakukan dalam kondisi lingkungan dan eksperimen yang bervariasi. Konsekuensi dari kondisi tersebut, kajian komparatif yang secara langsung membandingkan tiga metode cura, yaitu perendaman dalam air, penyiraman air di lingkungan terbuka, serta penutupan menggunakan karung goni basah, dalam satu desain eksperimen terpadu masih sangat terbatas keberadaannya, terlebih pada jenis beton normal dengan mutu kuat tekan rencana 20 MPa.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai metode perawatan terhadap kualitas beton normal. Studi ini secara khusus dimaksudkan untuk melakukan kajian komparatif terhadap tiga metode cura beton, yang meliputi perendaman dalam air, penyiraman air di lingkungan terbuka, serta penutupan permukaan menggunakan karung goni basah. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk menetapkan metode perawatan yang paling optimal dari segi kinerja kuat tekan yang dihasilkan pada benda uji beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip Perawatan Beton

Perawatan beton didefinisikan sebagai serangkaian upaya pemeliharaan yang ditujukan untuk mengendalikan kondisi kelembapan dan temperatur pada beton segar, dengan tujuan memastikan berlangsungnya proses hidrasi semen secara optimal serta tercapainya pengembangan sifat-sifat rekayasa yang disyaratkan. Menurut Neville (2011), perawatan beton yang tepat sangat penting untuk mencegah kehilangan kelembapan secara berlebihan pada beton segar dan mendorong terbentuknya produk hidrasi yang berkontribusi terhadap kekuatan serta durabilitas beton.

Proses hidrasi terjadi ketika semen bereaksi secara kimia dengan air dan menghasilkan senyawa seperti calcium silicate hydrate (C-S-H), yang berperan utama dalam pembentukan kekuatan beton keras. Mehta dan Monteiro (2014) menjelaskan bahwa ketersediaan kelembapan yang cukup selama periode perawatan diperlukan agar proses hidrasi dapat berlangsung secara efektif. Apabila beton mengalami kehilangan kelembapan secara prematur, proses hidrasi semen akan terganggu, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya

kekuatan mekanik serta meningkatnya porositas pada beton.

Dalam praktik konstruksi, terdapat sejumlah metode cura yang lazim diterapkan, di antaranya perendaman dalam air, penyiraman air secara berkala, penutupan permukaan dengan bahan basah, serta aplikasi senyawa cura. Tingkat efektivitas setiap metode tersebut sangat ditentukan oleh kapasitasnya dalam menjaga stabilitas kelembapan selama periode perawatan berlangsung. James et al (2011) melaporkan bahwa perawatan beton yang dilakukan secara tidak memadai terbukti dapat menurunkan nilai kuat tekan secara signifikan, mengingat kehilangan kelembapan secara langsung menghambat kelangsungan proses hidrasi.

Temuan tersebut juga diperkuat oleh Anwar et al (2022), yang menegaskan bahwa pemilihan teknik cura memiliki pengaruh yang substansial terhadap kinerja beton. Hasil kajiannya menunjukkan bahwa metode cura dengan kemampuan mempertahankan kelembapan secara stabil secara konsisten menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan metode yang tidak terlindungi dari paparan kondisi lingkungan yang tidak terkendali. Sejalan dengan hal tersebut, Agustina dan Mushthofa (2023) menyatakan bahwa pemeliharaan kelembapan yang efektif selama proses perawatan berkontribusi terhadap perkembangan kekuatan yang lebih konsisten dan peningkatan kualitas beton.

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu parameter sifat mekanis yang memegang peranan paling krusial dalam evaluasi mutu beton, mengingat parameter ini merepresentasikan nilai tegangan tekan maksimum yang mampu ditahan oleh beton sebelum mengalami keruntuhan akibat pemberian beban. Sehubungan dengan fungsi struktural beton yang pada umumnya didesain untuk menahan beban tekan, maka kuat tekan lazim dipergunakan sebagai indikator utama dalam penilaian kualitas beton.

Menurut Neville (2011), kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, antara lain rasio air-semen, karakteristik agregat, kualitas pemadatan, kondisi cura, serta durasi perawatan; oleh sebab itu, pengendalian yang tepat terhadap faktor-faktor tersebut menjadi esensial guna mencapai kuat tekan rencana yang disyaratkan.

Lebih lanjut, Mehta dan Monteiro (2014) menjelaskan bahwa kekuatan beton berkembang

secara gradual seiring berlangsungnya proses hidrasi semen, di mana hidrasi yang berkelanjutan akan menghasilkan pembentukan gel C-S-H tambahan sehingga membentuk struktur mikro yang lebih padat dan menghasilkan sifat mekanis yang lebih unggul; dengan demikian, kondisi cura secara langsung memengaruhi laju serta besaran perkembangan kekuatan beton. Nilai kuat tekan beton itu sendiri ditentukan melalui perhitungan beban maksimum yang diberikan dibagi dengan luas penampang melintang benda uji.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum yang diberikan (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Pengaruh Perawatan terhadap Kualitas Beton

Mutu beton menunjukkan keterkaitan yang erat dengan tingkat efektivitas prosedur cura yang diaplikasikan, di mana pemilihan metode perawatan yang tepat akan mampu mempertahankan kondisi kelembapan yang diperlukan untuk mendukung kelangsungan proses hidrasi semen secara sempurna, sehingga pada akhirnya menghasilkan perkembangan kekuatan yang lebih optimal serta terbentuknya struktur mikro beton yang lebih padat dan homogen. Sebaliknya, penerapan cura yang tidak memadai akan mengakibatkan terhambatnya proses hidrasi secara sempurna, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan porositas beton serta menurunnya kinerja mekanis secara menyeluruh; lebih jauh, mengingat setiap metode perawatan memiliki kapasitas retensi kelembapan yang berbeda-beda, maka variasi pemilihan metode cura secara langsung akan menghasilkan tingkat mutu beton yang beragam pula.

Metode yang mampu mempertahankan kelembapan yang cukup selama periode perawatan umumnya menghasilkan perkembangan kekuatan dan kinerja beton secara keseluruhan yang lebih baik. Oleh karena itu, evaluasi terhadap efektivitas berbagai metode perawatan penting dilakukan untuk menentukan teknik perawatan yang paling sesuai dalam mencapai kualitas beton normal yang diharapkan.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode

eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh berbagai metode perawatan terhadap kualitas beton normal. Metode perawatan diperlakukan sebagai variabel bebas, sedangkan kuat tekan beton digunakan sebagai variabel terikat. Untuk menjamin konsistensi, proporsi campuran beton, dimensi benda uji, prosedur pencampuran, dan kondisi pengujian dipertahankan sebagai variabel kontrol selama pelaksanaan eksperimen.

Benda uji beton dirancang dengan kuat tekan target sebesar 20 MPa. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dibuat dan diberikan perlakuan perawatan yang berbeda sebelum dilakukan pengujian kuat tekan.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas Semen Portland Tipe I, agregat halus, agregat kasar, dan air bersih. Agregat kasar diperoleh dari Quarry Benanain, Kabupaten Malaka, sedangkan agregat halus dan air dipilih sesuai dengan persyaratan standar beton.

Sebelum proses pembuatan beton, seluruh bahan diuji untuk memastikan kelayakannya sebagai bahan penyusun campuran beton serta untuk menjamin kesesuaiannya dengan standar yang berlaku.

Pengujian Material

Karakterisasi material dilakukan di laboratorium untuk menentukan sifat fisik agregat yang digunakan dalam penelitian.

Pengujian terhadap agregat halus meliputi:

1. Pengujian kadar air (SNI 1971:2011);
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air (SNI 1970:2008);
3. Pengujian berat isi;
4. Pengujian kadar lumpur (SNI 03-4142-1996);
5. Analisis gradasi.

Pengujian terhadap agregat kasar meliputi:

1. Pengujian kadar air;
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan air (SNI 1969:2008);
3. Pengujian berat isi;
4. Pengujian kadar lumpur (SNI 03-4142-1996);
5. Analisis gradasi;
6. Pengujian ketahanan aus atau abrasi.

Hasil pengujian tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kualitas material dan merancang campuran beton.

Perancangan Campuran Beton

Campuran beton dirancang untuk mencapai kuat tekan target sebesar 20 MPa. Prosedur perancangan campuran mengacu pada ketentuan SNI 03-2834-2000 dengan mempertimbangkan karakteristik fisik bahan penyusun yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium.

Proporsi teoritis campuran untuk satu meter kubik beton terlebih dahulu ditentukan, kemudian disesuaikan berdasarkan kondisi kadar air aktual agregat. Proporsi campuran yang telah dikoreksi selanjutnya digunakan dalam pembuatan benda uji.

Pembuatan Benda Uji dan Perawatan

Setelah proses pencampuran, beton segar dicetak ke dalam cetakan silinder berukuran 150 mm × 300 mm. Benda uji kemudian dipadatkan dan disimpan selama 24 jam sebelum dilepaskan dari cetakan.

Setelah dilepaskan dari cetakan, benda uji dibagi ke dalam tiga kelompok berdasarkan metode perawatan yang diterapkan, yaitu:

1. Perawatan dengan Perendaman Air
Benda uji direndam sepenuhnya di dalam air selama 28 hari.
2. Perawatan dengan Penyiraman Air di Luar ruangan.
Benda uji diletakkan di luar ruangan pada area yang terlindung dari paparan langsung sinar matahari dan disiram air dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari, selama 28 hari.
3. Perawatan dengan Karung Goni Basah
Benda uji ditutup menggunakan karung goni basah dan disiram air dua kali sehari, serta disimpan di luar ruangan pada area yang teduh selama 28 hari.

Setiap metode perawatan diterapkan pada kelompok benda uji yang berbeda dalam kondisi yang terkendali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus dari Quarry Benanain, Kabupaten Malaka

Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 1971:2011. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kadar air agregat halus

Uraian	Sat	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat pan + benda uji	gr	5038.3	5040
Berat pan	gr	528.2	527.85
Berat benda uji (w_1)	gr	4510.1	4512.15
Berat pan + benda uji	gr	5006	5008.3
kering oven			
Berat benda uji			
kering oven	gr	4477.8	4480.45
(w_2)			
Kadar air	%	0.72	0.71
Kadar Air Rerata	%	0.715	

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Berdasarkan hasil pengujian kadar air agregat halus pada tabel diatas dapat diketahui bahwa jumlah air yang terkandung pada agregat halus dari *quarry* benanain adalah sebesar 0.71%.

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 1970:2008. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Uraian	Notasi	I	II	Satuan
Data Pengujian				
Berat Benda Uji Jenuh Kering	S	500	500	gr
Permukaan Berat Benda Uji Kering Oven	A	479.65	482.5	gr
Berat Piknometer Berisi Air	B	663.29	669	gr
Berat Piknometer + Benda Uji + Air	C	972.5	970	gr
Hasil Perhitungan				
Uraian	Notasi	I	II	Rerata
Berat Jenis Curah Kering (S_d)	A / (B + S - C)	2.51	2.42	2.47

Uraian	Notasi	I	II	Satuan
Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan (S_s)	S / (B + S - C)	2.62	2.51	2.57
Berat Jenis Semu (S_a)	A / (B + A - C)	2.81	2.66	2.74
Penyerapan Air (S_w) (%)	(S - A)/A $\times 100$	4.24	3.63	3.93

Hasil Analisa, (2025)

Hasil analisis menunjukkan bahwa agregat halus memiliki berat jenis rata-rata berkisar antara 2,6–2,7, yang mengindikasikan densitas agregat yang relatif tinggi dan struktur yang padat. Nilai yang diperoleh juga menunjukkan konsistensi sifat fisik agregat, ditandai dengan perbedaan yang relatif kecil antar benda uji. Selain itu, nilai penyerapan air berada pada kisaran 3,63%–4,24% dengan rata-rata sebesar 3,93%, yang termasuk dalam kategori sedang. Nilai ini menunjukkan bahwa agregat memiliki kemampuan menyerap air yang cukup signifikan, sehingga perlu diperhitungkan dalam penentuan kadar air campuran untuk menjaga kestabilan proporsi dan mutu beton yang dihasilkan.

Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian berat isi agregat halus dilakukan untuk mengetahui kepadatan agregat, yang berpengaruh terhadap volume dan kualitas beton. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Berat Isi Agregat Halus

Uraian	Gembur	Padat	Satuan
Volume Silinder	3277.72	3277.72	cm ³
Berat Silinder (W_1)	7200	7200	gr
Berat Silinder + Benda Uji (W_2)	11980	12780	gr
Berat Benda Uji ($W_3 = W_2 - W_1$)	4780	5580	gr
Bobot Isi (W_3/V)	1.46	1.70	gr/cm ³
Rata-rata	1.58	gr/cm ³	

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Hasil pengujian berat isi agregat halus yang bersumber dari Quarry Benanain diperoleh sebesar 1,58 gr/cm³, di mana nilai tersebut berada dalam rentang tipikal untuk agregat halus, yaitu 1,4–1,6 gr/cm³. Besaran ini mengindikasikan bahwa agregat memiliki tingkat kepadatan yang cukup baik dan

bersifat relatif padat, sehingga berpotensi memberikan kontribusi positif terhadap kekuatan maupun stabilitas beton yang dihasilkan dari campuran tersebut.

Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur dilakukan sesuai dengan SNI 03-4142:1996 untuk mengetahui kandungan partikel halus yang dapat mempengaruhi kualitas beton. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.

Uraian	I	II	Sat.
Berat cawan + benda uji	2218.3	2021.9	gr
Berat cawan	794.3	624.9	gr
Berat benda uji	1424	1397	gr
Berat cawan + benda uji setelah dicuci dan dikeringkan	2176.5	1992.9	gr
Berat benda uji setelah dicuci dan dikeringkan	1382.2	1368	gr
Kadar lumpur	2.94	2.08	%
Kadar lumpur Rerata	2.51	gr	%

Sumber : Hasil Analisa, 2025

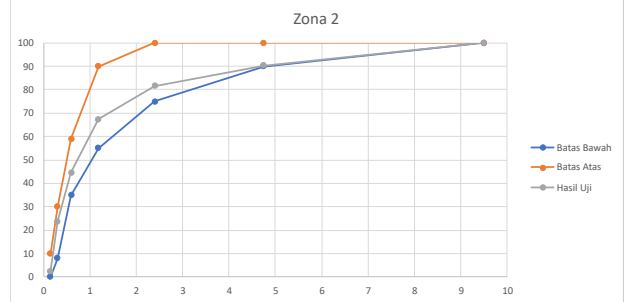
Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar lumpur agregat halus berada pada kisaran 2,08% hingga 2,94% dengan nilai rata-rata sebesar 2,51%. Nilai ini menunjukkan bahwa kandungan material halus yang lolos saringan No. Nilai kadar lumpur agregat halus yang tercatat pada angka 200 tersebut tergolong relatif rendah dan masih berada dalam rentang batas yang dapat diterima untuk diaplikasikan pada campuran beton. Pengendalian kadar lumpur pada level tersebut memegang peranan yang cukup penting, mengingat tahap ini berfungsi untuk menjaga kualitas ikatan antara partikel agregat dan pasta semen agar tetap optimal, sehingga proses hidrasi semen tidak terganggu dan pencapaian kuat tekan beton yang direncanakan dapat terlaksana sesuai dengan sasaran mutu yang telah ditetapkan.

Pengujian Gradasi Agregat Halus

Hasil gradasi ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 1.

Tabel 5. Pengujian ukuran butir agregat halus

Berat Sampel I		834.1 gr					
Berat Sampel II		654.2 gr					
Ukuran Saringan	mm	Berat Tertahan Kumulatif		Persen Berat Tertahan Kumulatif (%)		Rata-rata Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)
ASTM		I	II	I	II		
No. 3/4	19	0	0	0	0	0.00	100
No. 1/2	12.7	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 3/8	9.5	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00
No. 4	4.8	70.6	72.5	8.46	11.08	9.77	90.23
No. 8	2.4	153.4	119.8	18.39	18.31	18.35	81.65
No. 16	1.2	279.1	208.9	33.46	31.93	32.70	67.30
No. 30	0.6	487.3	343.4	58.42	52.49	55.46	44.54
No. 50	0.3	691.6	454.7	82.92	69.50	76.21	23.79
No. 100	0.15	810.3	639.7	97.15	97.78	97.47	2.53
Jumlah						289.95	
Modulus Kehalusan =						2.90	



Gambar 1. Grafik Pengukuran butir agregat halus
Sumber : Hasil Analisa, 2025

Agregat halus dari quarry Benanain sesuai hasil pengujian ukuran butir menunjukkan ukuran butir sedang dan masuk pada zona 2, dengan nilai modulus kehalusan butir 2.9 mengindikasikan agregat tersebut cukup halus dan cocok digunakan dalam campuran beton untuk mendapatkan kekuatan dan keawetan yang optimal.

Hasil Pengujian Agregat Kasar dari Quarry Benanain

Pengujian kadar air dilakukan pada agregat kasar yang diambil dari Quarry Benanain. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 6 berikut.

Uraian	Sampel I	Sampel II	Satuan
Berat Talam (W ₁)	10350	10370	gr
Berat Talam + Sampel (W ₂)	48870	54790	gr
Berat Sampel (W ₃)	38520	44420	gr
Berat Talam + Sampel Kerin Oven (W ₄)	48410	53540	gr
Berat Sampel Kering Oven (W ₅)	38060	43170	gr
Kadar Air	1.21	2.90	%
Kadar air Rata-rata		2.05	%

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Berdasarkan data pada Tabel 6, kadar air rata-rata agregat kasar dari Quarry Benanain adalah 2,05 %. Nilai ini akan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan proporsi campuran beton.

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Pengujian berat jenis dan penyerapan air dilakukan pada agregat kasar dari Quarry Benanain sesuai SNI 03-1969-2008. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian	I	II	Sat.
Pengujian Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969 : 2008)			
Berat Benda Uji Kering Oven	5000	5040	gr
Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan di Udara	5123	5134	gr
Berat Benda Uji dalam Air	3230	3200	gr
Hasil Perhitungan			
Uraian	I	II	Rerata
Berat Jenis Curah Kering (S_d)	2.64	2.61	2.62
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (S_s)	2.71	2.65	2.68
Berat Jenis Semu (S_a)	2.82	2.74	2.78
Penyerapan Air (S_w) %	2.46	1.87	2.16

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Agregat kasar yang bersumber dari Quarry Benanain memiliki nilai berat jenis yang tergolong cukup padat, sehingga karakteristik tersebut menjadikannya sebagai material yang sesuai untuk dipergunakan sebagai bahan penyusun campuran beton. Lebih lanjut, hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat penyerapan air rata-rata tercatat pada angka 2,78%, di mana besaran tersebut mengindikasikan bahwa agregat memiliki kapasitas penyerapan yang relatif rendah. Kondisi ini secara efektif berperan dalam menekan risiko kehilangan air selama proses pengerjaan beton, sehingga pada akhirnya turut menjaga serta mempertahankan kekuatan dan kekakuan struktur campuran secara optimal.

Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Untuk mengetahui kepadatan agregat kasar, dilakukan pengujian berat isi agregat kasar. Hasil

pengujian disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Berat isi agregat kasar

Uraian	Gembur (I)	Padat (II)	Satuan
Volume Selinder	10000	10000	cm ³
Berat Selinder (W ₁)	7968	7968	gr
Berat Selinder + Benda Uji (W ₂)	20400	22200	gr
Berat Benda Uji (W ₃ = W ₂ - W ₁)	12432	14232	gr
Bobot Isi (W ₃ /V)	1.24	1.42	gr/cm ³
Rata - rata	1.33		gr/cm ³

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Berdasarkan hasil pengujian, agregat kasar memiliki berat isi rata-rata 1,33 gr/cm³, menunjukkan bahwa agregat cukup padat dan mampu memberikan kekuatan struktural yang baik ketika dipadatkan dalam campuran beton pada pekerjaan konstruksi.

Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pengujian kadar lumpur dilakukan pada agregat kasar dari Quarry Benanain sesuai SNI 03-4142:1996. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kadar lumpur agregat kasar

Keterangan	I	II	Sat.
Berat cawan + benda Uji (W ₁)	7958.3	8034.8	gr
Berat cawan (W ₂)	814.4	814.4	gr
Berat benda uji (W ₃)	7143.9	7220.4	gr
Berat cawan + benda uji kering oven setelah dicuci (W ₄)	7911.8	7984.6	gr
Berat benda uji kering oven setelah dicuci (W ₅)	7097.4	7170.2	gr
Bahan lolos saringan No 200 (W ₃ -W ₅)/W ₃ x 100%	0.65	0.70	%
Rata-rata		0.67	%

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Hasil pengujian, kadar lumpur rata-rata agregat kasar sebesar 0,67 %, lebih kecil dari batas maksimum 1 % yang disyaratkan oleh SNI 03-2461-2002, sehingga agregat ini layak digunakan sebagai bahan campuran beton.

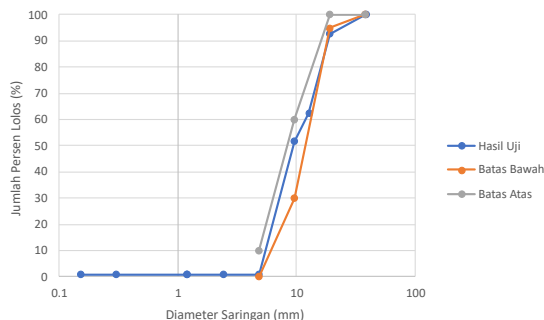
Pengujian Gradasi Ukuran Butir Agregat Kasar

Untuk mengetahui distribusi ukuran butir

agregat kasar, dilakukan pengujian gradasi agregat dari Quarry Benanain. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 10 dan Gambar 2.

Tabel 10. Hasil analisis saringan dan gradasi agregat kasar

Pengujian Ukuran Butir Agregat Kasar						
Berat Sampel I		2019.2 gr				
Berat Sampel II		2014.1 gr				
Ukuran Saringan	mm	Berat Tertahan Kumulatif		Rerata Tertahan Kumulatif		Jumlah Lolos
ASTM		I	II	gram	%	%
1 1/2	38.1	0	0	9.9	0.49091315	99.51
3/4	19	150	144.5	147.25	7.30	92.70
1/2	12.7	1491.2	26.2	758.7	37.62	62.38
No. 3/4	9.6	1946.3	3.8	975.05	48.35	51.65
No. 4	4.8	1997.7	1997.7	1997.7	99.06	0.94
No. 8	2.4	1997.7	1997.7	1997.7	99.06	0.94
No. 16	1.18	1997.7	1997.7	1997.7	99.06	0.94
No 30	1.18	1997.7	1997.7	1997.7	99.06	0.94
No .50	0.3	1997.7	1997.7	1997.7	99.06	0.94
NO . 100	0.15	1997.7	1997.7	1997.7	99.06	0.94
Pan		2019.2	2014.1	2016.65	100	0.00
Jumlah					788.126348	
Modulus Kehalusan =						7.88



Gambar 2. Hasil analisis saringan dan gradasi agregat kasar.

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Hasil pengujian gradasi ukuran butir agregat kasar dari quarry Benanain menunjukkan bahwa ukuran maksimal agregat kasar adalah 20 mm dengan modulus kehalusan butir sebesar 7.88 menunjukkan agregat sangat kasar dan dominan berukuran besar namun masih dalam batas wajar untuk agregat kasar.

Pengujian Keausan Agregat Kasar

Untuk mengetahui keausan agregat kasar, dilakukan pengujian gradasi agregat dari Quarry Benanain. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Pengujian abrasi los angeles pada agregat kasar

Uraian	Lolos	Tertahan	Nilai	Satuan
Tertahan di saringan No 12			3912.4	gr

Uraian	Lolos	Tertahan	Nilai	Satuan
Lolos			1087.7	gr
Saringan No 12				
Keausan			21.752	%

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Hasil Perhitungan Desain Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000. Hasil perencanaan meliputi proporsi campuran teoritis dan proporsi campuran hasil penyesuaian untuk 1 m³ beton, sebagaimana disajikan pada Tabel 12 dan Tabel 13.

a. Tabel Proporsi Campuran Beton Secara Teoritis untuk 1 m³

Tabel 12. Proporsi campuran beton teoritis untuk 1 m³

No	Komponen	Berat	Satuan
1	Air	210	Liter
2	Semen	382	Kg
3	Pasir	708	Kg
4	Kerikil	1.062,11	Kg

Sumber : Hasil Analisa, 2025

b. Tabel Proporsi Campuran Beton Terkoreksi untuk 1 m³

Tabel 13. Proporsi campuran beton hasil penyesuaian untuk 1 m³

No	Komponen	Berat	Satuan
1	Air	234	Liter
2	Pasir	731	Kg
3	Kerikil	1.063	Kg

Sumber : Hasil Analisa, 2025



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Proses pengujian fisik agregat, meliputi:
a) pencucian agregat, b) penimbangan hasil pemadatan agregat, c) proses penimbangan agregat kasar di dalam air.

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Pencetakan Benda Uji

Pencetakan benda uji dilakukan untuk memperoleh sampel beton yang akan digunakan dalam pengujian kuat tekan, diawali dengan penimbangan material sesuai proporsi mix design, kemudian dilanjutkan dengan proses pencampuran menggunakan *concrete mixer* hingga homogen. Setelah itu, dilakukan pengujian slump menggunakan kerucut Abrams untuk mengetahui kelecakan beton segar. Beton selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang telah diolesi oli, diisi dalam tiga lapisan dan setiap lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali menggunakan tamping rod, kemudian diketuk ringan untuk menghilangkan rongga udara dan meratakan permukaan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Proses pencetakan benda uji meliputi:

- Pemadatan beton dengan tamping rod pada kerucut abrams,
- Penimbangan benda uji,
- Penuangan beton segar dari moleng putar.

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Hasil Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) beton segar. Berdasarkan hasil pengujian, nilai slump maksimum pada campuran beton dengan material dari Quarry Benanain adalah sebesar 64 mm, yang menunjukkan bahwa beton memiliki tingkat kelecakan yang cukup baik dan masih dalam batas yang dapat dikerjakan.



Gambar 6. Pengukuran nilai slump beton sebesar 64 mm

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Perawatan beton (*curing*) merupakan proses menjaga kelembaban dan kondisi lingkungan beton setelah pengecoran agar proses hidrasi semen berlangsung optimal. Pada penelitian ini, perawatan dilakukan selama 28 hari menggunakan tiga metode, yaitu perendaman dalam air, penyiraman di luar ruangan tanpa paparan langsung sinar matahari, serta penutupan dengan karung goni yang disertai penyiraman. Pada metode perendaman, benda uji setelah 24 jam dilepas dari cetakan kemudian direndam dalam bak berisi air selama 28 hari. Pada metode kedua, benda uji diletakkan di luar ruangan dan disiram air pada pagi dan siang hari tanpa terkena sinar matahari langsung. Sedangkan pada metode ketiga, benda uji ditempatkan di luar ruangan, ditutup dengan karung goni, dan disiram air secara rutin pada pagi dan siang hari selama 28 hari.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Proses Curring Beton:

- Beton di Curring dengan direndam,
- Curring di luar ruangan,
- Curring dengan ditutup dengan karung goni

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari dengan tiga metode curing yang berbeda, menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mengetahui pengaruh metode perawatan terhadap kuat tekan beton. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Hasil pengujian kuat tekan beton

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton						
Umur Beton (hari)	Benda Uji	Berat Benda Uji (gram)	Luas (A) (mm ²)	Gaya Tekan (P) (kN)	Kuat Tekan Beton (Mpa)	f _c Rata-rata
Metode 1 Perawatan Beton Direndama dalam Bak Air Tawar						
28	I	12907.1	17662.5	395	22.36	22.56
	II	12881.3	17662.5	401	22.70	
	III	12955.5	17662.5	436	24.69	
	IV	12852.1	17662.5	390	22.08	
	V	12831.3	17662.5	370	20.95	
Metode 2 Perawatan Beton Diluar Ruangan disiram Pagi dan Sore						
28	I	12238.6	17662.5	360	20.38	18.17
	II	12327	17662.5	315	17.83	
	III	12333.7	17662.5	360	20.38	
	IV	12364.6	17662.5	320	18.12	
	V	12570.8	17662.5	250	14.15	
Metode 3 Perawatan Beton Ditutup dengan karung goni dan disiram dengan air tawar Pagi & Sore						
28	I	12832.7	17662.5	395	22.36	20.95
	II	12799.8	17662.5	405	22.93	
	III	12574.9	17662.5	375	21.23	
	IV	12317.1	17662.5	315	17.83	
	V	12206.7	17662.5	360	20.38	

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Hasil pengujian kuat beton setelah benda uji mendapatkan metode curing yang berbeda menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi sebesar 22,56 MPa diperoleh dari metode curing 1, yaitu perawatan dengan cara direndam dalam bak air. Nilai kuat tekan beton yang juga memenuhi target beton normal yang direncanakan terdapat pada metode 3 sebesar 20,95 MPa, yaitu curing dengan cara ditutup menggunakan karung goni dan disiram pagi serta siang hari selama 28 hari. Sementara itu, nilai kuat tekan beton terendah sebesar 18,17 MPa diperoleh dari metode curing 2, yaitu beton dibiarkan di luar ruangan tanpa terpapar sinar matahari langsung dan disiram dengan air tawar pada pagi dan siang hari. Dari ketiga metode curing tersebut dapat disimpulkan bahwa metode perawatan yang paling efektif dalam meningkatkan mutu beton adalah metode 1, karena memberikan kekuatan tekan tertinggi dan hasil yang paling konsisten. Metode 3 juga memberikan hasil yang cukup baik karena mampu memenuhi mutu beton yang direncanakan, yaitu 20 MPa. Adapun hasil terendah pada metode

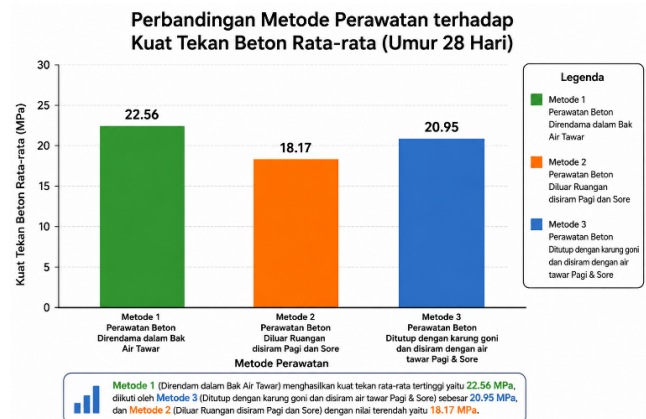
2 diperkirakan disebabkan oleh faktor lingkungan luar yang kurang terkendali, namun mutu beton yang dihasilkan masih dapat digunakan untuk beton ringan dan diaplikasikan pada beton non-struktural.

Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada metode 1 (perendaman dalam air) dengan rata-rata sebesar 22,56 MPa, menunjukkan bahwa metode ini paling efektif dalam meningkatkan mutu beton karena kondisi curing yang optimal dan terkontrol.

Metode 3 (penutupan dengan karung goni) juga menunjukkan hasil yang baik dengan nilai rata-rata 20,95 MPa, sehingga masih memenuhi mutu beton yang direncanakan yaitu 20 MPa. Sementara itu, metode 2 (perawatan di luar ruangan) menghasilkan kuat tekan terendah sebesar 18,17 MPa, yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang kurang terkendali, meskipun masih dapat digunakan untuk beton non-struktural.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode curing dengan perendaman dalam air merupakan metode paling efektif, diikuti oleh metode karung goni, sedangkan metode perawatan di luar ruangan memberikan hasil yang paling rendah.



Gambar 8. Grafik perbandingan kuat tekan beton berdasarkan metode perawatan
Sumber : Hasil Analisa, 2025

KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat kasar dari Quarry Benanain, diperoleh bahwa agregat memenuhi persyaratan sebagai bahan campuran beton. Hal ini ditunjukkan oleh nilai kadar air sebesar 2,05%, berat jenis rata-rata 2,62 yang menunjukkan agregat cukup padat, penyerapan air sebesar 2,78% yang tergolong rendah, kadar lumpur sebesar 0,67% yang berada di bawah batas maksimum 1% sesuai standar,

serta nilai keausan sebesar 21,75% yang menunjukkan ketahanan agregat terhadap abrasi cukup baik. Selain itu, hasil gradasi agregat dengan modulus kehalusan 7,88 menunjukkan distribusi ukuran butir yang masih berada dalam kategori agregat kasar yang layak digunakan dalam campuran beton.

- Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari menunjukkan bahwa metode perawatan (*curing*) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap mutu beton. Metode perendaman dalam air menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 22,56 MPa karena kondisi hidrasi yang optimal dan stabil. Metode perawatan menggunakan karung goni yang disiram secara berkala juga memberikan hasil yang cukup baik dengan kuat tekan sebesar 20,95 MPa dan masih memenuhi mutu beton yang direncanakan. Sementara itu, metode perawatan di luar ruangan menghasilkan kuat tekan terendah sebesar 18,17 MPa akibat kondisi lingkungan yang kurang terkendali. Dengan demikian, metode curing dengan perendaman dalam air merupakan metode paling efektif dalam meningkatkan kekuatan beton, diikuti metode penutupan dengan karung goni, sedangkan metode perawatan di luar ruangan kurang direkomendasikan untuk menghasilkan mutu beton yang optimal.

30(3), 14–20.

- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials (4th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Miswar, T., Irianto, S., & Parung, H. (2021). *The effect of curing methods on compressive strength of concrete*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 921(1), Article 012007
- Neville, A. M. (2011). *Properties of concrete (5th ed.)*. Pearson Education Limited.
- Osei, D. Y., Mustapha, Z., & Zebilila, M. D. H. (2019). *Compressive strength of concrete using different curing methods*. *Journal of Social and Development Sciences*, 10(3(S)), 30–38.
- Patandung, M., Rahman, F., & Setiawan, D. (2024). *Comparative study of curing methods using wet cover and sprinkling techniques for medium-strength concrete*. *Journal of Civil Engineering Research*, 18(3), 101–1

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R., & Mushthofa, A. (2023). *Effectiveness of curing compounds and field methods on concrete strength development*. *Proceedings of the Civil Engineering Conference*, 7(1), 12–19.
- Anwar, A., Tariq, H., Adil, S., & Iftikhar, M. A. (2022). *Effect of curing techniques on compressive strength of concrete*. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(3), 694–710.
- Esfahani, M. K., Kamani, M., & Ajalloeian, R. (2019). *An investigation of the relationship between abrasion resistance of aggregates and rock properties*. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(6), 3959–3968.
- Haigh, S., & Sianaki, R. (2025). *Systematic review on traditional and advanced curing strategies*. *Applied Sciences*, 15(20), 11055.
- James, T., Malachi, A., Gadzama, E. W., & Anametemfiok, V. (2011). *Effect of curing methods on the compressive strength of concrete*. *Nigerian Journal of Technology*,