

Batu Screening Sebagai Bahan Campuran Pembuat Beton Untuk Produksi Beton (Ready Mix)

Yunan Hanun, Ribut Nawang Sari

Universitas Global Jakarta, Indonesia

Email: yunanhanun63@gmail.com, nawang_sari@jgu.ac.id

Abstrak

Industri konstruksi global menghadapi tantangan dalam optimalisasi penggunaan material agregat, terutama dalam mengelola agregat berukuran kecil yang sering dianggap sebagai produk sampingan. Batu screening, yaitu agregat hasil sampingan proses pemecahan batu berukuran 5–10 mm, selama ini kurang dimanfaatkan secara optimal dalam produksi beton meskipun memiliki potensi teknis dan ekonomis. Penelitian ini bertujuan menganalisis kelayakan batu screening sebagai bahan campuran beton serta pengaruhnya terhadap mutu beton ready mix. Batu screening yang merupakan agregat berukuran 5–10 mm sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dalam industri konstruksi. Dalam penelitian ini, agregat dari Quarry Batang dan Quarry Talun serta pasir dari Quarry Sumur Pitu diuji melalui analisis gradasi berdasarkan standar ASTM C33 dan SNI 03-2834-2002. Beton kemudian diuji kuat tekannya pada umur 28 hari untuk membandingkan performa campuran beton dengan dan tanpa batu screening. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 20 variabel campuran, sebanyak 19 variabel (95%) mengalami peningkatan mutu beton ketika menggunakan batu screening, sedangkan satu variabel mengalami penurunan dan diduga sebagai kesalahan eksperimen. Temuan ini menunjukkan bahwa batu screening layak sebagai campuran beton karena bisa memaksimalkan mutu beton, mengurangi penggunaan agregat kasar, serta memanfaatkan material yang sebelumnya kurang bernilai ekonomis. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi efisiensi produksi beton dan optimalisasi pemanfaatan agregat lokal.

Kata kunci: Beton, batu screening, agregat kasar, gradasi agregat

Abstract

The global construction industry faces challenges in optimizing the use of aggregate materials, particularly in managing small-sized aggregates that are often considered as byproducts. Screening stone, a byproduct of the rock crushing process measuring 5–10 mm, has been underutilized in concrete production despite its technical and economic potential. This study aims to analyze the feasibility of screening stone as a concrete mixture and its effect on the quality of ready-mix concrete. Screening stone, an aggregate measuring 5–10 mm, is often underutilized in the construction industry. In this study, aggregates from the Batang Quarry and Talun Quarry, as well as sand from the Sumur Pitu Quarry, were tested through gradation analysis based on ASTM C33 and SNI 03-2834-2002 standards. The concrete was then tested for compressive strength at 28 days to compare the performance of concrete mixtures with and without screening stone. The results showed that of the 20 mixture variables, 19 variables (95%) experienced an increase in concrete quality when using screening stone, while one variable experienced a decrease and was suspected to be due to experimental error. These findings demonstrate that screening stone is suitable for use as a concrete admixture because it can maximize concrete quality, reduce coarse aggregate usage, and utilize previously less economically valuable materials. This research contributes to the efficiency of concrete production and the optimization of local aggregate utilization.

Keywords: Concrete, screening stone, coarse aggregate, aggregate gradation



PENDAHULUAN

Industri konstruksi global menghadapi tekanan yang semakin besar terkait kelangkaan agregat alam berkualitas tinggi (Amin & Salena, 2025). Penambangan agregat secara masif telah menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan, termasuk degradasi lahan, penurunan kualitas air, dan gangguan ekosistem (Zhang & Li, 2020). Menurut data United Nations Environment Programme (UNEP), konsumsi agregat global mencapai 40-50 miliar ton per tahun, menjadikannya material paling banyak dikonsumsi setelah air (Miller et al., 2017).

Kondisi ini mendorong kebutuhan mendesak untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan material alternatif yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam produksi beton (Kumar & Singh, 2021). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan material alternatif seperti limbah industri dapat mengurangi ketergantungan pada agregat alam dan mengurangi dampak lingkungan (Budianto & Widiyanto, 2020). Oleh karena itu, inovasi dalam material konstruksi yang ramah lingkungan sangat penting untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan dalam industri ini (Pratama et al., 2021).

Di Indonesia, khususnya di wilayah Jawa Tengah, industri quarry menghasilkan batu screening dalam jumlah besar sebagai produk sampingan dari proses crushing. Batu screening adalah agregat berukuran 5-10 mm yang secara tradisional hanya digunakan untuk campuran aspal (hotmix) atau bahkan menjadi limbah yang tidak termanfaatkan (Putra et al., 2021). Volume produksi batu screening dapat mencapai 15-20% dari total produksi quarry, namun nilai jualnya jauh lebih rendah dibandingkan agregat kasar standar (Suryadi & Setiawan, 2020). Kondisi ini menciptakan inefisiensi ekonomi bagi operator quarry sekaligus pemborosan sumber daya material yang sebenarnya potensial (Hernawan et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian tentang pemanfaatan batu screening sebagai material alternatif untuk konstruksi sangat penting untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan nilai ekonomi dari sumber daya ini (Kusuma & Irwansyah, 2021). Implementasi teknologi daur ulang material quarry seperti batu screening bisa menjadi solusi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan (Zulfa & Widodo, 2020).

Beton terdiri atas campuran semen Portland ataupun semen hidrolik alternatif, agregat halus, agregat kasar, dan air, yang berpotensi ditambah dengan tambahan supaya bisa menghasilkan massa padat (SK.SNI T-15-1990-03). Beton terdiri atas campuran semen Portland atau semen hidrolik alternatif, agregat halus maupun kasar, dan air, yang berpotensi ditambah dengan bahan tambahan (Pedoman Beton, Draf Konsensus, SKBI.1.4.53, 1989). Beton ialah material komposit yang utamanya terdiri dari media pengikat yang membungkus partikel agregat atau pigmen (ASTM C125, Definisi Standar Istilah yang Berkaitan dengan Beton dan Teknologi Beton). Pada beton yang menggunakan semen hidrolik, bahan pengikatnya terdiri atas kombinasi semen hidrolik dan air. Beton terdiri atas campuran semen Portland atau semen hidrolik alternatif, agregat halus, agregat kasar, dan air, yang berpotensi ditambah dengan bahan tambahan untuk menghasilkan massa padat yang kohesif (SK.SNI. T-15-1990-03).

Faktor-faktor yang paling memengaruhi kekuatan beton:

1. Mutu semen;
2. Rasio semen dalam campuran;
3. integritas dan kemurnian agregat;
4. hubungan atau ikatan antara pasta semen dan agregat;
5. penggabungan yang memadai dari unsur-unsur penyusun beton;
6. penempatan, penghalusan, dan pemadatan beton yang tepat;
7. proses perawatan beton;
8. kandungan klorida tidak boleh lebih daripada 0,15% pada beton terbuka dan 1% pada beton tidak terbuka (Nawy, 1988).

Komponen yang Membentuk Beton

1. Agregat terdiri atas material granular, termasuk pasir, kerikil, dan batu pecah, yang dipergunakan bersama media pengikat untuk membuat beton. Agregat kasar terdiri atas partikel agregat yang berukuran lebih dari 4,75 mm, berdasar pada saringan nomor 4. Agregat halus mengacu pada partikel yang memiliki dimensi lebih kecil dari 4,75 mm meskipun melebihi 0,75 mm, khususnya yang lolos saringan nomor 200. Sebutan pasir biasanya mengacu pada agregat halus yang muncul dari proses disintegrasi dan abrasi batuan. Komposisi tipikal beton normal terdiri dari 60% hingga 80% agregat, baik kasar maupun halus, 7% hingga 15% semen, 1% hingga 8% udara, dan 14% hingga 21% air. Guna mencapai kuat tekan beton yang diinginkan, kepadatan dan kekerasannya harus diperhatikan dengan saksama. Kerap kali, kepadatan yang lebih besar pada massa beton berkorelasi dengan peningkatan kuat tekan material.
2. Mortar terdiri atas campuran pasir, semen, dan air, yang pada dasarnya membentuk varian beton tanpa agregat kasar. Pasta semen sekadar terbagi atas kombinasi semen dan pasir.
3. Semen adalah zat yang digiling halus yang, meskipun bukan merupakan bahan pengikat, berubah menjadi bahan pengikat melalui proses hidrasi, yakni reaksi kimia yang terjadi antara semen ataupun air. Semen Portland merupakan bentuk semen hidrolik yang paling umum digunakan dalam berbagai aplikasi. Lembaran semen serat, yang umumnya disebut papan gips, merupakan komposit serat tanaman dan semen Portland atau semen analognya, yang dikombinasikan dengan air dan kemungkinan aditif lainnya, dengan berat jenis melebihi 1,2 gram/cm³. Material ini digunakan dalam konstruksi berdasar pada SII 0016-72-SNI.0233-89-A.
4. Bahan tambah beton diklasifikasikan ke dalam lima kategori berbeda: bahan yang mempercepat, yang menyerap udara, yang mengurangi dan mengendalikan kadar air, mineral halus, dan lain-lain (ACI Committee 212.iR-81, 1986). Bahan tambah mengacu pada zat selain semen, agregat, dan air, yang diberikan di awal atau selama proses pencampuran beton (SNI 2847)

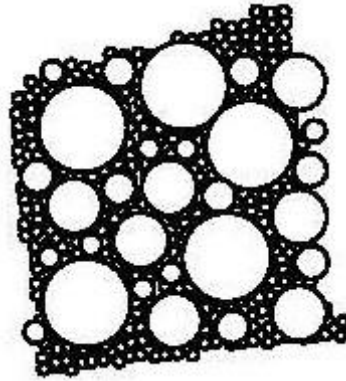
Agregat wajib memiliki kekerasan dan kekuatan, bebas dari kontaminan seperti kotoran dan lumpur, serta menunjukkan stabilitas kimia. Ihwal ini memperlihatkan bila agregat akan tetap inert terhadap komponen semen dan air, dan bakal mempertahankan bentuknya secara konsisten seiring waktu. Agregat lunak cenderung mudah retak, bahkan selama proses pencampuran, yang menyebabkan munculnya retakan mikro ketika beton mengalami tekanan.

Sifat agregat yang memengaruhi kualitas beton meliputi:

- a) Konfigurasi dan kekakuan permukaan
- b) Gradasi agregat dalam campuran
- c) Porporasi air yang ada
- d) Ukuran berat jenis dan densitas
- e) Porositas kolektif

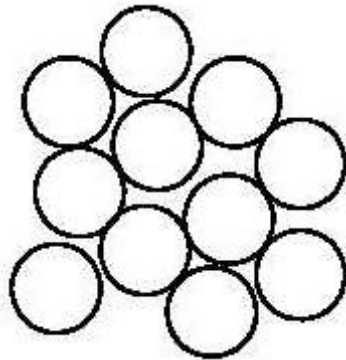
Gradasi agregat yang optimal secara efektif mengisi semua rongga dalam matriks beton, sehingga mengurangi volume pori. Terdapat tiga bentuk gradasi yang berbeda:

- 1) Agregat bergradasi baik terdiri atas campuran agregat dengan ukuran yang berbeda, sehingga menghasilkan struktur yang kompak dan saling mengunci (Gambar 1).



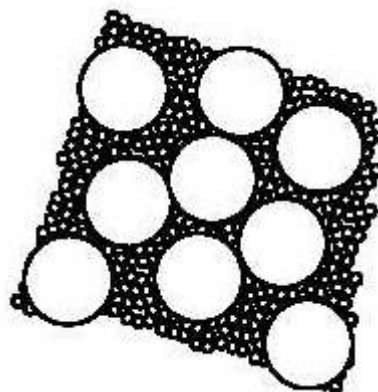
Gambar 1. Gradasi baik (well-graded).

- 2) Agregat bergradasi buruk ditandai dengan terdapat satu ukuran agregat tunggal dalam campuran. Gradasi khusus ini bakal menghasilkan banyak rongga di dalam beton (Gambar 2).



Gambar 2. Gradasi buruk (poor-graded).

- 3) Agregat bergradasi celah terdiri dari campuran agregat yang hanya memiliki dua ukuran berbeda. Gradasi yang serupa akan menyebabkan konsentrasi tegangan pada antarmuka antara agregat halus dan kasar (Gambar 3).



Gambar 3. Gradasi gap (gap-graded).

Dalam penerapannya, sesuai pedoman yang ditetapkan dalam ACI 211.1-91, batas gradasi untuk agregat kasar ataupun halus harus mematuhi spesifikasi gradasi yang diuraikan dalam ASTM C 33, sesuai diperinci pada Tabel 1 dan 2.

Tabel. 1 Gradasi Agregat Kasar (ASTM C 33)

No Size	Ukuran Nominal (Saringan dg bukaan kotak) mm	Jumlah yang lebih halus dari saringan laboratorium (bukaan kotak), Prosentase massa													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm (No 4)	2.36 mm (No 8)	1.18 mm (No 16)	300 µm (No 50)
1	90-37.5	100	90-100	-	25-60	-	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-
2	63-37.5	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-	-
3	50-25	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
357	50-4.75	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-	-
4	37.5-19	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-	-
467	37.5-4.75	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-	-
5	25-12.5	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-	-
56	25-9.5	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-	-
57	25-4.75	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-	-
6	19-9.5	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-	-
67	19-4.75	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-	-
7	12.5-4.75	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-	-
8	9.5-2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5	-
89	9.5-1.18	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	5-30	0-10	0-5
9A	4.75-1.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-40	0-10	0-5

A = Agregat ukuran no 9 didefinisikan di ASTM C 125 sebagai agregat halus. Nomor tersebut dimasukkan ke dalam agregat kasar ketika dikombinasikan dengan material ukuran no 8 membentuk ukuran nomor 89, yang didefinisikan sebagai agregat kasar menurut ASTM C 125.

Tabel 2. Gradasi Agregat Halus (ASTM C 33).

Ayakan (Specification E 11)	% Lolos (passing)
9.5 - mm (3/8-in)	100
4.75 - mm (No. 4)	95 – 100
2.36 - mm (No. 8)	80 – 100
1.18 - mm (No. 16)	50 – 85
600 - µm (No. 30)	25 – 60
300 - µm (No. 50)	10 – 30
150 - µm (No. 100)	2 – 10

Menurut SNI 03-2834-2002, Gradasi agregat kasar dan halus sesuai pemaparan di bawah.

Tabel 3. Gradasi Agregat Kasar (SNI 03-2834-2002).

Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	100
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Tabel 4. Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2002)

Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos
19	100
9,6	100
4,8	98-100
2,4	96-100
1,2	90-100

Tabel 1 dan 2, yang memerinci ukuran agregat yang digunakan dalam beton, menggambarkan variasi yang cukup besar dalam persentase ukuran-ukuran ini yang digunakan. Ini memperlihatkan bila perencanaan beton wajib menganut prinsip kreativitas, terutama saat penentuan susunan agregat untuk mencapai kualitas beton yang optimal.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan agregat berukuran kecil dalam campuran beton. Pratama dan Wibowo (2020) melaporkan bahwa penggunaan agregat screening dapat meningkatkan kuat tekan beton hingga 8-12% pada mutu beton sedang, yang dikaitkan dengan efek pengisian rongga (filler effect) yang lebih baik. Tri Mulyono dan Satyarno (2019) menemukan bahwa variasi gradasi agregat berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan beton, di mana gradasi yang lebih kontinyu menghasilkan beton dengan kekuatan lebih tinggi. Putra dan Satria (2021) menunjukkan bahwa penambahan agregat berukuran kecil dapat memperbaiki workability beton tanpa mengurangi kekuatan strukturalnya.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut belum secara khusus mengevaluasi batu screening dengan rentang ukuran 5-10 mm dari quarry lokal Semarang sebagai alternatif agregat dalam produksi beton ready mix komersial. Selain itu, belum ada kajian sistematis mengenai dampak penggunaan batu screening terhadap efisiensi penggunaan agregat kasar standar dan implikasi ekonomisnya bagi industri beton lokal.

Urgensi penelitian ini terletak pada tiga aspek utama: (1) kebutuhan untuk mengatasi masalah limbah batu screening di industri quarry lokal yang mencapai ribuan ton per bulan, (2) potensi pengurangan biaya produksi beton melalui substitusi material yang lebih murah, dan (3) kontribusi terhadap praktik konstruksi berkelanjutan dengan memanfaatkan material yang selama ini terbuang.

Kebaruan penelitian ini adalah evaluasi komprehensif penggunaan batu screening lokal dari Quarry Batang dan Quarry Talun di Semarang sebagai agregat alternatif dalam campuran beton ready mix, dengan fokus pada analisis gradasi berdasarkan standar ganda (ASTM C33 dan SNI 03-2834-2002) serta evaluasi performa melalui uji kuat tekan 28 hari. Penelitian ini juga menganalisis efisiensi material dan kelayakan ekonomis penggunaan batu screening dalam skala produksi komersial.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis karakteristik gradasi batu screening dari quarry lokal Semarang berdasarkan standar ASTM C33 dan SNI 03-2834-2002, (2) mengevaluasi pengaruh penggunaan batu screening terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari, dan (3) menilai kelayakan teknis dan efisiensi penggunaan batu screening sebagai bahan campuran beton ready mix.

Manfaat penelitian ini mencakup: (1) memberikan alternatif solusi pemanfaatan limbah quarry yang selama ini kurang bernilai ekonomis, (2) memberikan rekomendasi teknis bagi industri beton ready mix dalam optimalisasi komposisi campuran, dan (3) mendukung praktik

konstruksi berkelanjutan melalui pemanfaatan material lokal yang lebih efisien. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah potensi pengurangan biaya produksi beton hingga 10-15% melalui substitusi agregat kasar dengan batu screening, sekaligus mengurangi dampak lingkungan dari penambangan agregat baru.

METODE PENELITIAN

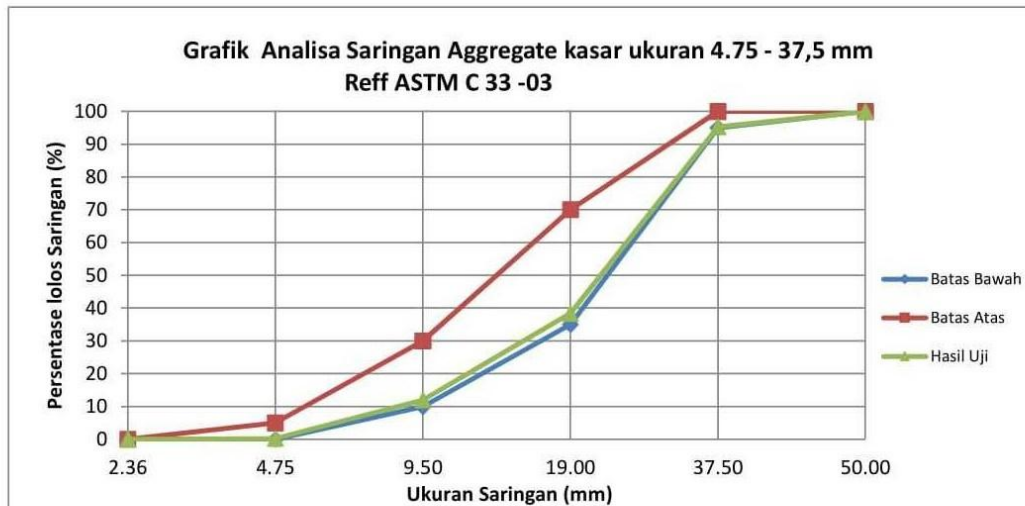
Studi ini menggunakan metodologi kuantitatif eksperimental untuk mengevaluasi pengaruh batu screening sebagai bahan campuran beton. Agregat kasar diperoleh dari Quarry Batang dan Quarry Talun, sedangkan agregat halus berasal dari Quarry Sumur Pitu. Seluruh material diuji melalui analisis saringan mengacu pada ASTM C33 dan SNI 03-2834-2002 untuk menentukan kesesuaian gradasinya. Beton disiapkan dalam dua kategori, yakni beton tanpa batu screening dan beton dengan batu screening, masing-masing terdiri dari 20 variasi campuran. Seluruh sampel diuji kuat tekannya pada usia 28 hari mengikuti ketentuan SNI 03-1974-1990. Data kemudian dianalisis secara komparatif untuk menilai perbedaan mutu beton, efisiensi penggunaan material, serta pengaruh gradasi terhadap performa beton. Hasil interpretasi data digunakan untuk menilai kelayakan batu screening sebagai agregat alternatif dalam campuran beton ready mix.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengevaluasi batu saringan berdiameter 5 hingga 10 mm untuk digunakan dalam campuran beton. Temuan penilaian agregat pembentuk beton yang dilakukan di tambang Batang, Semarang, tersaji pada Tabel 5 dan diilustrasikan pada Gambar 4.

Tabel 5. Uji Material Agregat Kasar Quarry Batang, Semarang.

PENGUJIAN MATERIAL AGREGAT KASAR ANALISA SARINGAN				
A. IDENTITAS SAMPEL MATERIAL AGREGAT KASAR				
Nomor pengujian	1410-TESMAT-GRS-2018	Supplier material	PT. Raffindo dan SKL	
Jenis material	Split Ø(10-25)mm	Lokasi pengambilan sampel (Quarry/Stock plant) ?	Stock plant	
Pemilik quarry material	PT. Raffindo dan SKL	Tanggal terima sampel	16/07/2018	
Lokasi quarry	Batang	Tanggal uji	16/07/2018	
Kelurahan/Desa	Tumbret	Lokasi Lab. pengujian	Lab. BP Pegandon	
Kecamatan	Banyuputih	Tipe pengujian	Periodik	
Provinsi	Jawa Tengah	(Baru/Periodik/Investigasi) ?		
B. HASIL PENGUJIAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR				
Ukuran Saringan	Berat Tertahan (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif Tertahan (%)	Persentase Kumulatif Lolos (%)
50.00 mm (2")	0.00	0.00	0.00	100.00
37.50 mm (1.5")	194.50	4.69	4.69	95.31
19.00 mm (3/4")	2359.40	56.94	61.64	38.36
9.50 mm (3/8")	1092.00	26.35	87.99	12.01
4.75 mm (No.4)	487.00	11.75	99.74	0.26
Pan	10.60	0.26	100.00	0.00
Total	4143.50	100.00		
	Fine Modulus (FM)	7.54		



Referensi Metode Uji	: ASTM C 131, SNI 2417:2008
Referensi Syarat Keberterimaan	: ASTM C 33, Quality Plan
Nilai Syarat	: 0
Hasil Uji berdasarkan nilai FM	: 7.54
Hasil Uji berdasarkan Grafik (In of Limits/Out of Limits)?	: In of Limits
Kesimpulan (Memenuhi/Tidak Memenuhi)?	: Tidak Memenuhi

Gambar 4. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar Tambang Batang, Semarang.

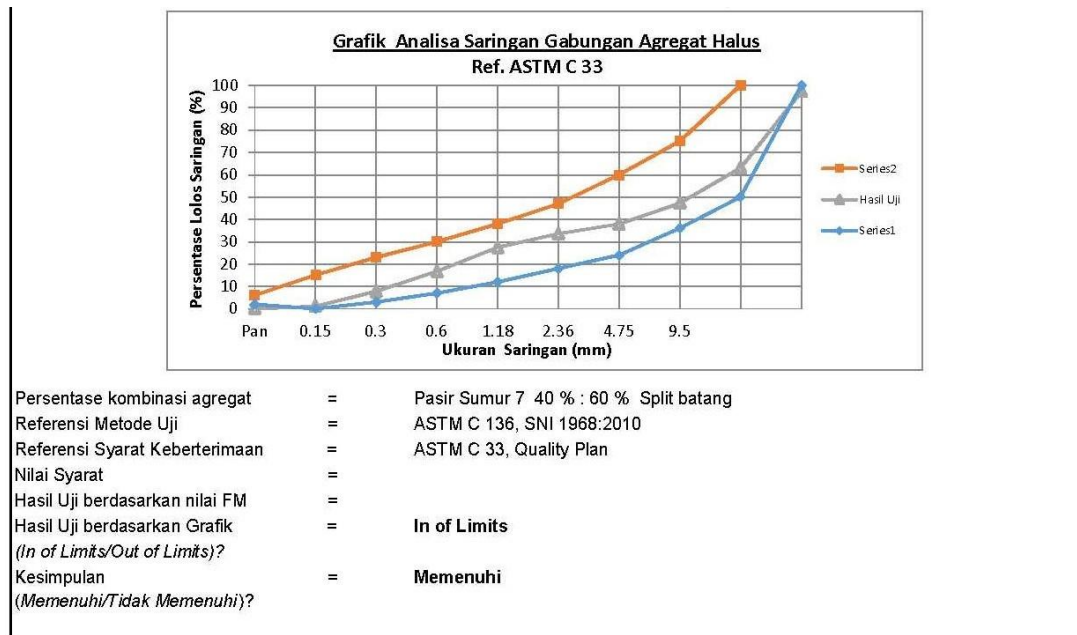
Penilaian agregat kasar dari tambang Batang di Semarang memperlihatkan gradasinya tidak memenuhi persyaratan yang ditentukan. Ketiadaan gradasi agregat kasar tersebut cukup signifikan. Selanjutnya, kami akan menggabungkannya dengan pasir dari sumur Pitu.

Hasil uji agregat yang membentuk beton dari tambang Batang, Semarang tertera pada uraian di bawah.

Tabel 6. Pengujian Material Agregat Kasar Tambang Batang, Semarang dan Pasir Quarry Sumur Pitu, Semarang.

Perhitungan Material Agregat Halus Dan Kasar Analisa Saringan Kombinasi Agregat				
A. Identitas Sampel Material Agregat Halus				
Nomor pengujian	912 - TESMAT- GRS-2018	Nomor pengujian	910 - TESMAT- GRS-2018	
Jenis material (A)	Pasir Sumur 7	Jenis material (B)	Split batang	
Supplier material	-	Supplier material	PT. SKL	
Pemilik quarry material	-	Pemilik quarry material	-	
Lokasi quarry	Sumur 7	Lokasi quarry	Batng	
Kelurahan/Desa	-	Kelurahan/Desa	Tumbret	
Kecamatan	Batang	Kecamatan	Banyu putih	
Provinsi	Jawa Tengah	Provinsi	Jawa Tengah	
B. Kombinasi Material Agregat Halus				
Pasir Sumur 7	(A)	Split batang	(B)	Gabungan

Ukuran Saringan	Persentase Lolos Saringan (%)	40%	Persentase Lolos Saringan (%)	60%	Persentase Lolos Saringan (%)
50 00 mm (2")	100.00	40.00	100.00	60.00	100.00
37.50 mm (1.5")	100.00	40.00	95.31	57.19	97.19
19.00 mm (3/4")	100.00	40.00	38.36	23.02	63.02
9.50 mm (3/8")	100.00	40.00	12.01	7.21	47.21
4.75 mm (No.4)	94.41	37.76	0.26	0.16	37.92
2.36 mm (No.8)	83.84	33.54	0.00	0.00	33.54
1.18 mm (No.16)	68.60	27.44	0.00	0.00	27.44
0.60 mm (No.30)	41.77	16.71	0.00	0.00	16.71
0.30 mm (No.50)	19.41	7.76	0.00	0.00	7.76
0.15 mm (No.100)	2.85	1.14	0.00	0.00	1.14
Pan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fine Modulus (FM)		2.89			



Gambar 5. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar Quarry Batang, Semarang dan Pasir Quarry Sumur Pitu, Semarang.

Agregat kasar dari tambang Batang di Semarang dicampur dengan pasir yang diperoleh dari tambang Sumur Pitu, yang juga berlokasi di Semarang. Gradasinya memenuhi kriteria yang ditetapkan, sehingga layak untuk dipergunakan.

Hasil pengujian agregat pembentuk beton di tambang Talun Semarang terlampir berikut.

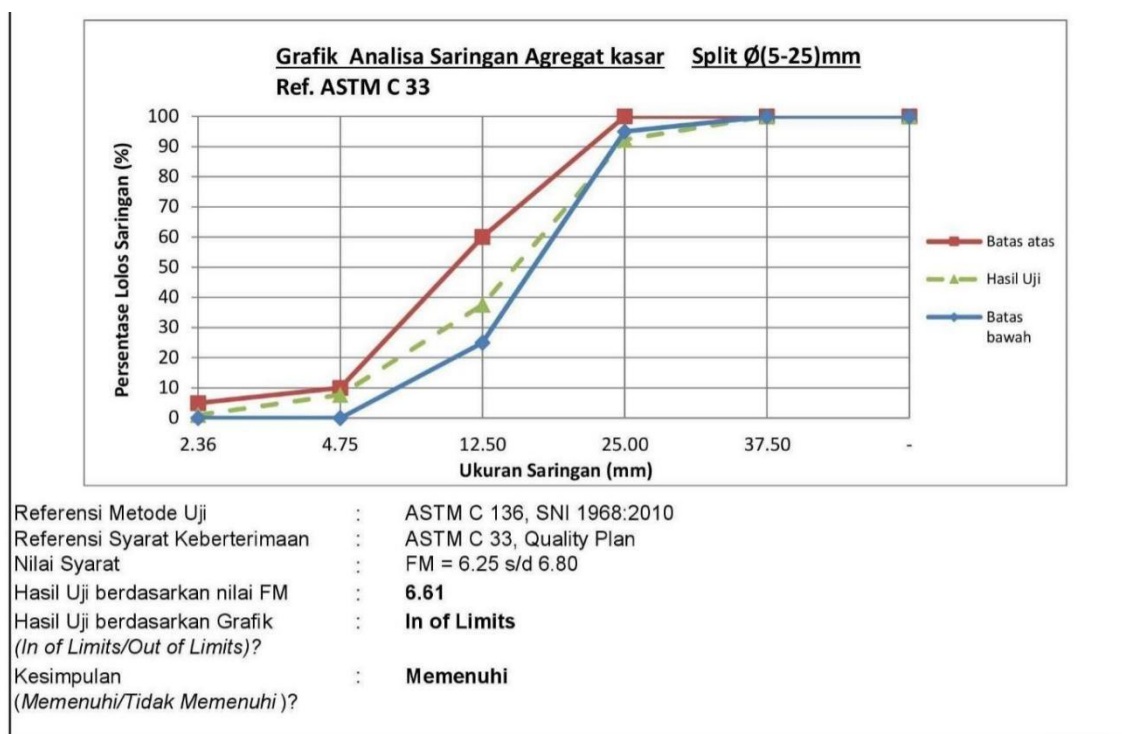
Tabel 7. Uji Material Agregat Kasar Quarry Talun, Semarang.

Pengujian Material Agregat Kasar Analisa Saringan			
A. Identitas Sampel Material Agregat Kasar			
Nomor pengujian	911- TESMAT- GRS-2018	Supplier material	PT Waskita Beton Precast

Jenis material	Split Ø(5-25)mm	Lokasi pengambilan sampel (Quarry/Stock plant) ?	Stock plant
Pemilik quarry material	PT Waskita Beton Precast, Tbk	Tanggal terima sampel	15/07/2018
Lokasi quarry	Talun	Tanggal uji	15/07/2018
Kelurahan/Desa	Talun	Lokasi Lab. pengujian	Lab. BP Pegandon
Kecamatan	Talun	Tipe pengujian	Investigasi
Provinsi	Jawa Tengah	(Baru/Periodik/Investigasi) ?	

B. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Ukuran Saringan	Berat Tertahan (gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif Tertahan (%)	Persentase Kumulatif Lolos (%)
-	0.00	-	-	-
37.50 mm (1.5")	0.00	0.00	0.00	100.00
25.00 mm (1")	247.00	7.75	7.75	92.25
12.50 mm (1/2")	1742.00	54.66	62.41	37.59
4.75 mm (No.4)	952.00	29.87	92.28	7.72
2.36 mm (No.8)	214.00	6.71	99.00	1.00
Pan	32.00	1.00	100.00	0.00
Total	3187.00	100.00		
	Fine Modulus (FM)	6.61		

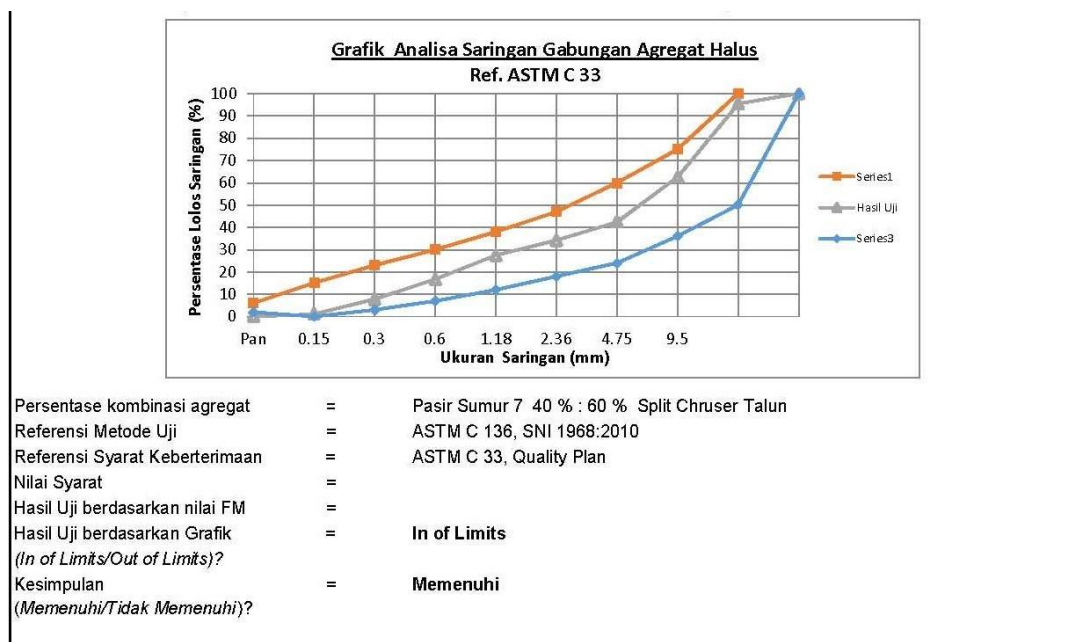


Gambar 6. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar Tambang Talun, Semarang.

Hasil pengujian agregat kasar dari Tambang Talun di Semarang memperlihatkan gradasinya sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Hasil gradasi pascapenambahan pasir dari Tambang Talun tersaji pada Tabel 8 dan diilustrasikan pada Gambar 7.

Tabel 8. Uji Material Agregat Kasar Tambang Talun, Semarang dan Pasir Tambang Sumur Pitu, Semarang.

Perhitungan Material Agregat Halus Dan Kasar Analisa Saringan Kombinasi Agregat					
A. Identitas Sampel Material Agregat Halus					
Nomor pengujian	912 -TESMAT-GRS-2018	Nomor pengujian	911 -TESMAT-GRS-2018		
Jenis material (A)	Pasir Sumur 7	Jenis material (B)	Split Chruser Talun		
Supplier material	-	Supplier material	PT WsBP		
Pemilik quarry material	-	Pemilik quarry material	-		
Lokasi quarry	Sumur 7	Lokasi quarry	Talun		
Kelurahan/Desa	-	Kelurahan/Desa	-		
Kecamatan	Batang	Kecamatan	Talun		
Provinsi	Jawa Tengah	Provinsi	Jawa Tengah		
B. Kombinasi Material Agregat Halus					
Ukuran Saringan	Pasir Sumur 7	(A)	Split Chruser Talun	(B)	Gabungan
	Persentase Lolos Saringan (%)	40%	Persentase Lolos Saringan (%)	60%	Persentase Lolos Saringan (%)
50 00 mm (2")	100.00	40.00	100.00	60.00	100.00
37.50 mm (1.5")	100.00	40.00	100.00	60.00	100.00
19.00 mm (3/4")	100.00	40.00	92.25	55.35	95.35
9.50 mm (3/8")	100.00	40.00	37.59	22.55	62.55
4.75 mm (No.4)	94.41	37.76	7.72	4.63	42.40
2.36 mm (No.8)	83.84	33.54	1.00	0.60	34.14
1.18 mm (No.16)	68.60	27.44	0.00	0.00	27.44
0.60 mm (No.30)	41.77	16.71	0.00	0.00	16.71
0.30 mm (No.50)	19.41	7.76	0.00	0.00	7.76
0.15 mm (No.100)	2.85	1.14	0.00	0.00	1.14
Pan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fine Modulus (FM)	2.89			



Gambar 7. Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar Tambang Batang, Semarang dan Pasir Tambang Sumur Pitu, Semarang.

Agregat kasar dari tambang Talun di Semarang, sewaktu mencampurnya dengan pasir dari tambang Sumur Pitu di Semarang, berhasil memenuhi kriteria gradasi. Atas dasar itulah, agregat kasar tersebut siap untuk dipergunakan. Lebih lanjut, hasil uji beton 28 hari menggambarkan analisis perbandingan antara beton yang mempergunakan batu saringan dan yang tidak, sesuai Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Beton Berumur 28 Hari.

Data Mutu Beton - Agustus 2018					
Bulan	Uraian	Mutu	Standar Rencana	Realisasi	
				Screening	Non Screening
Aug-18	Kuat tekan rata rata (σ'_{bm})	K-175	232	216	204
	Standard Deviasi (Sd)		35	3.42	3.38
	Kuat tekan Karakteristik(σ'_{bk})		175	211	199
	Kuat tekan minimum		175	200	190
	Kuat tekan maximum		232	235	223
	Kuat tekan rata rata (σ'_{bm})	K-250	307	292	275
	Standard Deviasi (Sd)		35	5.91	5.92
	Kuat tekan Karakteristik(σ'_{bk})		250	283	265
	Kuat tekan minimum		250	215	203
	Kuat tekan maximum		307	311	292
	Kuat tekan rata rata (σ'_{bm})	K-350	407	417	390
	Standard Deviasi (Sd)		35	4.22	4.33
	Kuat tekan Karakteristik(σ'_{bk})		350	410	383
	Kuat tekan minimum		350	398	376
	Kuat tekan maximum		407	498	410
	Kuat tekan rata rata (σ'_{bm})	FS/45 (RIGID)	51	68	62
	Standard Deviasi (Sd)		4	0.61	0.63
	Kuat tekan Karakteristik(σ'_{bk})		45	67	61
	Kuat tekan minimum		45	67	61
	Kuat tekan maximum		51	70	64

Tabel tersebut mendapati bila di antara empat jenis beton yang berbeda, yang mencakup dua puluh variabel, sekadar satu variabel (5%) yang terkait dengan beton yang menggunakan batu saringan menunjukkan kinerja yang lebih rendah dibanding beton yang tidak mempergunakan batu saringan. Sembilan belas variabel lainnya, yang merupakan 95%, memperlihatkan bahwasanya penggunaan batu saringan dalam beton memaksimalkan kualitas keseluruhannya. Untuk satu variabel tunggal, ini bisa diklasifikasikan dalam “kategori kesalahan”.

KESIMPULAN

Temuan studi ini memperlihatkan bila penggunaan batu saringan dalam campuran beton menawarkan beberapa keuntungan: Meningkatkan kualitas beton. Batu saringan yang dihasilkan oleh pemecah batu yang sebelumnya tidak digunakan memang berlaku. Harga pasaran batu saringan lebih rendah dibanding batu pecah 1 hingga 2 cm, batu pecah 2 hingga 3 cm, atau pasir, sebab aplikasi utamanya terletak pada campuran jalan aspal (*hotmix*). Akuisisi batu saringan ialah proses yang mudah. Meminimalkan penggunaan semen. Meminimalkan aplikasi batu pecah 1 hingga 2 cm dan 2 hingga 3 cm. Meminimalkan penggunaan pasir. Penelitian ini terbatas pada kategori batu tunggal, varietas batu saringan tertentu, jenis pasir tertentu, bentuk semen yang ditentukan, dan aditif yang seragam. Investigasi lebih lanjut diperlukan untuk berbagai kategori material.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 212. (1986). *Admixtures for concrete (ACI 212.1R-81)*. American Concrete Institute.
- Amin, M. A. R., & Salena, I. Y. (2025). Analisis Efisiensi Beton Daur Ulang sebagai Alternatif Agregat pada Konstruksi Berkelanjutan. *Jurnal Penelitian Inovatif*.
- ASTM International. (2003). *ASTM C125: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates*. ASTM International.
- Budianto, A., & Widiyanto, M. (2020). The use of industrial waste as alternative material in concrete production. *Journal of Environmental Engineering*, 45(6), 453–465. <https://doi.org/10.1016/j.jenveng.2020.01.004>
- Hernawan, S., Rachman, M., & Susanto, R. (2022). Optimizing the use of by-products in quarry operations: A case study of screening aggregates. *Journal of Construction Materials*, 27(5), 384–396. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2022.02.004>
- Kumar, S., & Singh, R. (2021). Sustainable construction materials: The future of concrete production. *Journal of Construction and Building Materials*, 75, 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.01.023>
- Kusuma, S., & Irwansyah, M. (2021). Alternative uses of screening aggregates in construction: Enhancing economic efficiency in quarry industries. *Journal of Construction and Building Materials*, 68, 229–240. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.01.029>
- Miller, G., O'Neil, R., & Adhikari, S. (2017). Global aggregate consumption and environmental impacts: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, 123, 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.005>
- Nawy, E. G. (1988). *Concrete construction engineering handbook*. McGraw-Hill.
- Pratama, A., & Wibowo, H. (2020). Pemanfaatan agregat kecil (screening) pada campuran beton. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 6(2), 112–119.
- Pratama, R., Hidayat, M., & Widodo, F. (2021). Concrete production using alternative materials for sustainable construction: A review. *Journal of Sustainable Construction*, 19(4), 501–512. <https://doi.org/10.1016/j.jsc.2021.07.008>
- Putra, D., Suryadi, Y., & Suwandi, A. (2021). The role of by-products in sustainable construction practices: Reuse of screening aggregates. *International Journal of Construction Science and Technology*, 16(3), 157–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijcst.2021.07.004>
- Putra, F. D., & Satria, H. (2021). Pengaruh penambahan agregat berukuran kecil terhadap karakteristik beton. *Media Teknik Sipil*, 19(2), 77–86.
- Satyarno, I. (2015). Peran gradasi agregat terhadap mutu beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(1), 33–40.
- Suryadi, A., & Setiawan, H. (2020). Evaluating the economic impact of quarry by-products: A study on the utilization of screening aggregates. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 212–223. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.07.003>
- Tri Mulyono, L., & Satyarno, I. (2019). Pengaruh variasi gradasi agregat terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 24(1), 25–33.
- Wibowo, A., & Handayani, D. (2018). Analisis sifat mekanis beton dengan variasi agregat lokal. *Jurnal Konstruksi*, 14(2), 55–64.
- Zhang, Y., & Li, J. (2020). Environmental impact of aggregate extraction and sustainable practices. *Environmental Science and Technology*, 50(10), 5009–5020. <https://doi.org/10.1021/es201254y>
- Zulfa, S., & Widodo, B. (2020). Recycling quarry materials for sustainable construction: The case of screening aggregates in Indonesia. *Environmental Science and Technology*, 51(6), 485–496. <https://doi.org/10.1021/es2012228>