

## PERBAIKAN SIFAT-SIFAT BATU PECAH QUARRY BAGUS JAYA ABADI (BJA) SAOKA KOTA SORONG, SEBAGAI AGREGAT KASAR DALAM PEMBUATAN BETON NORMAL

**Kristina Singgir**

Politeknik Saint Paul Sorong

Email: kristinasinggir351@gmail.com

### Abstrak

Batu pecah merupakan salah satu material utama sebagai agregat kasar dalam pembuatan beton normal. Mutu beton sangat dipengaruhi oleh sifat fisik agregat yang digunakan, seperti gradasi, kadar lumpur, bentuk butiran, berat jenis, dan berat volume. Batu pecah dari Quarry Bagus Jaya Abadi (BJA) Saoka, Kota Sorong, diketahui memiliki beberapa kelemahan, di antaranya gradasi yang tidak memenuhi zona SNI, bentuk butiran pipih, dan kadar lumpur yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat batu pecah agar layak digunakan sebagai agregat kasar sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan menguji pengaruhnya terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif-kualitatif dengan pengujian laboratorium terhadap sifat fisik agregat serta pembuatan benda uji beton dengan mutu rencana Fc 20 MPa dan Fc 25 MPa. Proses perbaikan meliputi pemilihan bentuk agregat, pencucian untuk mengurangi kadar lumpur, dan pengeringan. Hasil pengujian menunjukkan kadar lumpur agregat kasar menurun menjadi 0,28% dan gradasi memenuhi batas SNI. Uji kuat tekan beton menunjukkan hasil rata-rata 19,52 MPa (98% dari mutu rencana) untuk Fc 20 MPa, dan 17,14 MPa (68% dari mutu rencana) untuk Fc 25 MPa. Dengan demikian, batu pecah hasil perbaikan layak digunakan untuk beton normal mutu rendah hingga menengah, namun belum optimal untuk mutu tinggi tanpa perbaikan lanjutan.

**Kata kunci:** Batu pecah, Agregat kasar, Kuat tekan beton, Gradasi agregat, Kadar lumpur

### 1. PENDAHULUAN

Batu pecah atau batu split merupakan salah satu material utama dalam konstruksi beton, khususnya berfungsi sebagai agregat kasar yang memberikan kerangka dan kekuatan pada struktur. Agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan teknis sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI), baik dari segi gradasi, bentuk butiran, kadar lumpur, maupun sifat fisik lainnya. Pemenuhan persyaratan ini sangat penting karena kualitas agregat secara langsung mempengaruhi workability, kekuatan tekan, dan durabilitas beton yang dihasilkan. Apabila agregat kasar memiliki bentuk pipih atau lonjong, kadar lumpur tinggi, atau gradasi tidak sesuai zona, maka ikatan antara pasta semen dan agregat dapat melemah sehingga menurunkan mutu beton.

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan pada berbagai jenis bangunan, mulai dari perumahan sederhana hingga infrastruktur berskala besar. Komposisi beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, yang dicampur dengan perbandingan tertentu untuk menghasilkan material padat dengan kekuatan tekan tinggi. Di antara bahan penyusunnya, agregat kasar memiliki peran penting dalam membentuk kerangka beton dan mempengaruhi sifat mekanisnya, terutama kuat tekan,

durabilitas, dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan agregat kasar yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) menjadi faktor kunci dalam menjamin kualitas beton yang dihasilkan.

Di Kota Sorong, salah satu sumber utama agregat kasar adalah batu pecah yang berasal dari Quarry Bagus Jaya Abadi (BJA) di Kelurahan Saoka. Batu pecah dari lokasi ini banyak digunakan dalam pembuatan beton oleh pelaku jasa konstruksi setempat. Namun, berdasarkan pengamatan dan hasil uji lapangan, batu pecah tersebut memiliki beberapa kekurangan yang dapat mempengaruhi mutu beton. Kekurangan tersebut meliputi gradasi yang tidak sesuai dengan zona gradasi SNI, bentuk butiran yang cenderung pipih, serta kadar lumpur yang relatif tinggi. Kondisi ini berpotensi menurunkan workability, mengurangi kekuatan tekan, dan memperburuk durabilitas beton.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi dunia konstruksi, khususnya di wilayah Sorong. Perbaikan sifat-sifat batu pecah dari Quarry BJA Saoka tidak hanya bermanfaat bagi pelaku jasa konstruksi, tetapi juga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang fokus pada peningkatan mutu material lokal. Selain itu, hasil penelitian ini berpotensi mengurangi ketergantungan pada agregat dari luar daerah, sehingga dapat menekan biaya konstruksi dan

mendukung pembangunan berkelanjutan di Papua Barat Daya.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Pengertian Beton

Beton adalah material konstruksi yang terbentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah tertentu yang setelah mengalami proses hidrasi akan mengeras menjadi massa padat. Menurut SNI 03-2847-2013, beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air yang membentuk suatu kesatuan material padat. Beton bersifat komposit, di mana agregat berperan sebagai bahan pengisi sedangkan pasta semen berfungsi sebagai pengikat yang menyelimuti dan merekatkan butiran agregat menjadi struktur yang kuat. Proporsi penyusunnya umumnya terdiri dari pasta semen sekitar 25–40%, agregat 60–75%, dan rongga udara 1–2%. Beton dikenal luas dalam teknik sipil karena memiliki keunggulan seperti kekuatan tekan yang tinggi, daya tahan terhadap cuaca, serta kemudahan dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. Selain itu, ketersediaan bahan bakunya yang melimpah dan biaya produksi yang relatif rendah menjadikan beton sebagai material utama dalam pembangunan struktur bangunan, jalan, dan infrastruktur lainnya.

### 2.2. Jenis-jenis Beton

Beton sebagai material konstruksi memiliki variasi jenis yang dibedakan berdasarkan berat volumenya, komposisi material penyusunnya, serta sifat-sifat khusus yang dihasilkan. Berdasarkan berat volume, SNI 03-2834-2000 mengelompokkan beton menjadi tiga kategori utama, yaitu beton normal, beton ringan, dan beton berat. Beton normal memiliki berat isi berkisar antara 2.200–2.500 kg/m<sup>3</sup>, menggunakan agregat alam yang dipecah, dan umum dipakai pada konstruksi bangunan seperti balok, kolom, pelat lantai, dan pondasi. Beton ringan memiliki berat isi lebih rendah dari 2.000 kg/m<sup>3</sup>, umumnya menggunakan agregat ringan hasil pembakaran shale, lempung, atau batu apung, sehingga cocok untuk elemen non-struktural atau bangunan bertingkat dengan beban mati rendah. Beton berat memiliki berat isi lebih dari 2.500 kg/m<sup>3</sup>, biasanya menggunakan agregat khusus seperti barit atau hematit, dan diaplikasikan pada struktur yang memerlukan

perlindungan terhadap radiasi atau gaya benturan besar.

Selain pengelompokan berdasarkan berat volume, beton juga dapat dibedakan menurut fungsi dan karakteristik teknisnya. Misalnya, beton pracetak (*precast concrete*) yang diproduksi di pabrik dan dipasang di lokasi konstruksi, menawarkan kualitas yang lebih terkontrol dan waktu pemasangan cepat. Beton prategang (*prestressed concrete*) dirancang dengan pemberian tegangan awal pada baja tulangan untuk meningkatkan kapasitas menahan beban tarik. Ada juga beton mutu tinggi (*high strength concrete*) dengan kuat tekan lebih dari 40 MPa, yang memanfaatkan desain campuran khusus dan bahan tambahan (*admixture*) untuk meningkatkan performa. Untuk kebutuhan infrastruktur bawah air atau lingkungan agresif, digunakan beton kedap air (*waterproof concrete*) atau beton tahan sulfat. Variasi ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis beton harus mempertimbangkan tujuan konstruksi, kondisi lingkungan, serta kebutuhan kekuatan dan durabilitas struktur.

### 2.3. Sifat-sifat Beton

Beton segar adalah campuran beton yang baru diaduk hingga beberapa saat sebelum mulai mengeras, dengan karakteristik fisik dan mekanis yang belum berubah. Sifat utama beton segar meliputi kemudahan pengerjaan (*workability*), yang menentukan seberapa mudah campuran dapat diaduk, dituang, diangkut, dan dipadatkan. *Workability* dipengaruhi oleh jumlah air, proporsi semen, gradasi agregat, bentuk butir agregat, serta metode pemadatan. Selain itu, beton segar rentan mengalami segregasi, yaitu pemisahan butiran agregat kasar dari adukan akibat kelebihan air atau ukuran butir maksimum yang terlalu besar, yang dapat menyebabkan sarang kerikil dan menurunkan kekuatan beton. Beton segar juga dapat mengalami *bleeding*, yaitu keluarnya air ke permukaan akibat perbedaan densitas, yang berpotensi membentuk lapisan tipis (*laitance*) saat beton mengeras. Untuk meminimalkan *bleeding*, diperlukan kontrol jumlah air, kecepatan hidrasi semen, dan teknik pemadatan yang tepat sehingga beton segar memiliki kepadatan dan homogenitas yang optimal.

Beton keras adalah beton yang telah mengalami proses pengerasan dan memiliki sifat mekanis maupun fisik yang menentukan kualitas jangka panjangnya. Salah satu sifat terpenting adalah kuat tekan, yang menunjukkan

kemampuan beton menahan beban tekan per satuan luas, umumnya diukur pada umur 28 hari. Beton keras juga memiliki kuat tarik yang relatif rendah, sekitar 10–15% dari kuat tekannya, namun penting untuk mencegah retak pada elemen struktural. Kedap air menjadi indikator lain, yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, mutu pasta semen, dan perawatan beton; rongga udara berlebih dapat mengurangi ketahanan beton terhadap penetrasi air. Durabilitas atau ketahanan beton terhadap cuaca, korosi, dan reaksi kimia menentukan umur pakainya. Sifat lain seperti rangkakan (*creep*) dan susut (*shrinkage*) mempengaruhi deformasi jangka panjang, sedangkan modulus elastisitas menunjukkan kekakuan material. Kualitas beton keras sangat ditentukan oleh mutu bahan, proporsi campuran, metode pengecoran, serta perawatan yang dilakukan selama proses pengerasan.

#### 2.4. Bahan Penyusun Beton

Beton adalah material komposit yang terbentuk dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen, air, dan bahan tambahan (admixture) jika diperlukan. Proporsi dan kualitas masing-masing bahan sangat mempengaruhi sifat mekanis dan durabilitas beton. Berikut adalah uraian rinci mengenai bahan penyusun beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 dan literatur teknik sipil.

##### 1. Semen Portland

Semen portland adalah bahan perekat hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat hidrolis dengan penambahan gipsum. Semen berfungsi untuk mengikat butir-butir agregat dan mengisi rongga di antara partikel. Berdasarkan ASTM C-150, semen portland dibagi menjadi lima tipe:

- Tipe I: Untuk penggunaan umum.
- Tipe II: Ketahanan sedang terhadap sulfat.
- Tipe III: Kekuatan awal tinggi.
- Tipe IV: Kalor hidrasi rendah.
- Tipe V: Ketahanan tinggi terhadap sulfat.
- 

##### 2. Agregat Kasar

- Agregat kasar adalah partikel berukuran  $> 4,75$  mm, biasanya berupa kerikil atau batu pecah. Fungsi utama agregat kasar adalah sebagai kerangka beton yang memberikan kekuatan tekan. Syarat menurut SNI: Terdiri dari butiran keras dan tidak berpori.
- Kadar lumpur  $< 1\%$  berat kering.

- Gradasi memenuhi batas yang diatur SNI 03-2834-2000

##### 3. Agregat Halus

- Agregat halus adalah pasir dengan ukuran butir 0,075 mm – 4,75 mm. Fungsi agregat halus adalah mengisi rongga di antara agregat kasar dan meningkatkan workability. Syarat menurut SNI: Kadar lumpur  $< 5\%$ .
- Tidak mengandung bahan organik berlebihan.
- Gradasi masuk zona 1-4 sesuai kebutuhan.

##### 4. Air

Air berfungsi untuk reaksi hidrasi semen dan melumasi campuran agar mudah dikerjakan. Air harus memenuhi syarat tidak mengandung lumpur  $> 2$  g/liter, garam-garam berbahaya, klorida  $> 0,5$  g/liter, dan sulfat  $> 1$  g/liter. Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan dan durabilitas beton.

##### 2.5. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dibuat untuk memastikan komposisi semen, air, agregat halus (pasir) dan agregat kasar menghasilkan kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari. Langkah pertama adalah menentukan kuat tekan yang disyaratkan  $f_{cfc}$  pada 28 hari (pada penelitian ini dipilih 20 MPa dan 25 MPa) lalu menghitung kuat tekan rata-rata rencana  $f_{cr}$  dengan menambahkan margin keamanan (nilai tambah MMM) yang dihitung dari deviasi standar produksi beton (S) sesuai ketentuan SNI. Prinsip ini diatur di SNI 03-2834-2000; deviasi standar dipakai untuk menentukan berapa besar margin yang perlu ditambahkan agar probabilitas gagal memenuhi target kecil.

Setelah  $f_{cr}$  ditentukan, langkah berikutnya adalah memilih jenis semen dan ukuran maksimum agregat kasar yang sesuai lokasi pekerjaan dan hasil uji laboratorium. Pada kasus penelitian ini semen yang digunakan adalah Semen Portland tipe I (Tonasa) dan ukuran agregat maksimum yang tersedia dari quarry adalah 40 mm; sifat-sifat agregat (berat jenis, berat volume, penyerapan, dan gradasi setelah perbaikan) diukur terlebih dahulu karena akan mempengaruhi perhitungan kebutuhan bahan. Nilai-nilai sifat agregat dari pengujian laboratorium digunakan langsung pada perhitungan Job Mix Design untuk mendapatkan kebutuhan massa per  $m^3$ . (Angka-angka lengkap

sifat agregat dan hasil uji ada di dokumen tugas akhir Anda).

Penentuan faktor air-semen (FAS) bebas dilakukan dengan merujuk pada grafik hubungan kuat tekan vs FAS (atau tabel panduan bila grafik tidak tersedia) yang ada di SNI. Dari faktor air-semen bebas kemudian diperhitungkan kebutuhan air aktual dengan memperhitungkan kadar air agregat (kadar air bebas) dan koreksi terhadap kondisi permukaan agregat (SSD). Dalam dokumen Anda, faktor air-semen bebas yang dipakai untuk Fc20 adalah 0,556 dan untuk Fc25 adalah 0,510; kadar air bebas yang dihitung adalah  $185 \text{ kg/m}^3$  nilai ini lalu dipakai untuk menghitung kebutuhan semen awal (kebutuhan semen = air / FAS) dan kemudian dipilih kebutuhan semen praktis yang akan digunakan (mis. dibulatkan ke  $338 \text{ kg/m}^3$  untuk Fc20 dan  $363 \text{ kg/m}^3$  untuk Fc25). (lihat tabel Job Mix Design Anda).

Langkah berikutnya adalah menentukan persentase agregat halus relatif terhadap total agregat dari grafik persentase pasir (grafik bergantung pada ukuran maksimum agregat dan nilai slump). Dengan persentase agregat halus yang diperoleh (zona gradasi pasir = Zona 1 pada kasus ini), dihitung kebutuhan agregat total per  $\text{m}^3$  beton (berdasarkan berat jenis beton target dalam dokumen ini berat jenis beton yang diasumsikan  $\approx 2370 \text{ kg/m}^3$ ). Dari kebutuhan agregat total, dihitung kebutuhan agregat halus (mis. 52,8% untuk Fc20; 43,5% untuk Fc25 sesuai grafik) dan sisanya dibagi antara fraksi agregat kasar (pada penelitian ini penggunaannya adalah kombinasi batu 1–2 dan batu 2–3 dengan nisbah 60:40). Semua perhitungan ini mengikuti alur dan grafik/tabel di SNI untuk Job Mix Design.

Terakhir, hasil Job Mix Design dituangkan sebagai komposisi per  $\text{m}^3$  beton (air, semen, pasir, batu pecah fraksi 1–2 dan 2–3). Komposisi akhir tersebut diuji melalui pembuatan benda uji (di penelitian ini silinder  $\text{Ø}150 \times 300 \text{ mm}$ ) dan diuji kuat tekan pada umur 28 hari untuk memverifikasi apakah target mutu tercapai. Jika hasil uji lapangan (rata-rata) belum memenuhi target, dilakukan koreksi pada faktor-faktor: pemadatan (metode/penggunaan vibrator), kualitas bentuk agregat (mengurangi butir pipih), atau penyesuaian FAS/semennya, lalu dibuat campuran coba ulang sampai memenuhi syarat. Prinsip verifikasi ini juga ditegaskan di SNI bahwa Job Mix Design harus divalidasi melalui campuran percobaan.

### A. Pemeriksaan Laboratorium Sifat-Sifat Agregat

Pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat agregat dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dari agregat yang akan digunakan dalam campuran beton, sehingga dapat dipastikan kesesuaiannya dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam penelitian ini, pemeriksaan dilakukan pada agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) yang meliputi uji gradasi, berat jenis, berat volume, dan kadar lumpur. Setiap pengujian dilakukan dengan prosedur standar dan alat khusus untuk memperoleh hasil yang akurat.

Pengujian gradasi agregat kasar bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran batu pecah. Prosedur dilakukan dengan menimbang contoh batu pecah, mencuci di atas saringan No. 200 untuk menghilangkan partikel halus, lalu mengeringkannya hingga kandungan air 0%. Selanjutnya, sampel disaring menggunakan susunan saringan bertingkat dari ukuran terbesar hingga terkecil. Berat agregat yang tertahan di setiap saringan ditimbang, kemudian dihitung persentase tertahan kumulatif dan persentase lolos, lalu dibandingkan dengan spesifikasi gradasi dalam SNI 03-2834-2000. Pengujian serupa juga dilakukan untuk gradasi agregat halus (pasir) dengan prosedur yang hampir sama, menggunakan sampel pasir sebanyak 300 gram yang telah dicuci, dikeringkan, dan disaring melalui susunan saringan sesuai standar.

Pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan untuk menentukan berat jenis kering (bulk specific gravity), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), dan berat jenis semu (apparent specific gravity), serta nilai penyerapan air. Sampel batu pecah terlebih dahulu direndam minimal 12 jam, kemudian dikeringkan hingga kondisi SSD, ditimbang dalam kondisi kering, SSD, dan dalam air, lalu dihitung nilainya sesuai rumus SNI-1969-2008. Pengujian berat jenis agregat halus dilakukan dengan metode piknometer. Pasir direndam  $\pm 24$  jam, kemudian dibawa ke kondisi SSD melalui uji kerucut terpancung, dikeringkan, dan ditimbang baik dalam kondisi kering maupun dalam piknometer berisi air untuk mendapatkan nilai berat jenis dan penyerapan.

Pengujian berat volume bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat dengan volume wadahnya. Pengukuran dilakukan untuk dua kondisi, yaitu kondisi lepas (tanpa pemadatan) dan kondisi padat (dengan

pemadatan). Prosedurnya adalah menimbang berat wadah kosong, mengisi agregat hingga penuh sesuai kondisi uji, lalu menimbang kembali untuk menghitung berat volume.

Terakhir, pengujian kadar lumpur pada agregat halus bertujuan mengukur persentase kandungan partikel halus seperti lempung yang dapat mengganggu ikatan pasta semen pada beton. Uji ini dilakukan dengan metode setara pasir menggunakan gelas ukur. Sampel pasir dimasukkan ke dalam gelas ukur, ditambah air hingga volume tertentu, kemudian didiamkan ±24 jam hingga terjadi pemisahan lapisan lumpur di bagian atas. Tinggi lapisan lumpur dibandingkan dengan total tinggi agregat untuk menghitung persentase kadar lumpur. Hasil pengujian ini menjadi acuan apakah agregat memerlukan pencucian atau perlakuan lanjutan sebelum digunakan.

Dengan pemeriksaan laboratorium yang komprehensif terhadap sifat-sifat agregat ini, diperoleh data teknis yang akurat untuk memastikan bahwa material yang digunakan dapat menghasilkan beton dengan mutu sesuai rencana.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif–kualitatif yang bertujuan menggambarkan secara sistematis proses perbaikan sifat-sifat batu pecah Quarry Bagus Jaya Abadi (BJA) Saoka, Sorong, dan menguji kelayakannya sebagai agregat kasar dalam pembuatan beton normal. Variabel penelitian difokuskan pada sifat fisik batu pecah, meliputi gradasi, kadar lumpur, berat jenis, dan berat volume. Data primer diperoleh melalui pengujian laboratorium terhadap agregat kasar hasil perbaikan serta pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan mutu rencana  $F_c$  20 MPa dan  $F_c$  25 MPa. Data sekunder mencakup sifat fisik agregat halus (pasir) dan semen yang digunakan. Tahapan penelitian diawali dengan proses perbaikan agregat kasar melalui pemisahan agregat pipih dan bulat, pencucian untuk menurunkan kadar lumpur, serta pengeringan di bawah sinar matahari.

Selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik agregat sesuai standar SNI, perancangan campuran beton (job mix design) berdasarkan SNI 03-2834-2000, pembuatan dan perawatan benda uji, hingga pengujian kuat tekan menggunakan mesin uji tekan. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap persyaratan SNI dan menghitung persentase pencapaian mutu beton dibandingkan mutu rencana.

## 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perbaikan Sifat Batu Pecah

Batu pecah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Quarry PT Bagus Jaya Abadi (BJA) di Saoka, Kota Sorong. Batu pecah ini dibagi menjadi dua ukuran utama, yaitu ½ inci dan 2/3 inci, kemudian dilakukan proses perbaikan untuk meningkatkan kualitasnya agar memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai agregat kasar beton.

Proses perbaikan meliputi:

1. Pemilihan bentuk agregat — batu pecah dipisahkan antara bentuk bulat dan pipih; batu berbentuk pipih dihindari karena dapat mengurangi kekuatan beton.
2. Pencucian batu pecah — bertujuan menghilangkan partikel halus dan lumpur yang menempel, sehingga kadar lumpur turun hingga di bawah ambang batas SNI (<1%).
3. Pengeringan — batu pecah yang telah dicuci dikeringkan dengan kain kering atau dijemur di bawah sinar matahari.

### 4.2. Hasil Pemeriksaan Sifat Batu Pecah

Pengujian sifat fisik batu pecah dilakukan di laboratorium meliputi gradasi, berat jenis, berat volume, dan kadar lumpur.

#### A. Gradasi Batu Pecah

Gradasi agregat menggambarkan distribusi ukuran butir dalam suatu sampel. Gradasi yang baik akan menghasilkan beton dengan workability optimal dan kekuatan yang tinggi. Hasil uji perbaikan agregat kasar batu ½ dan 2/3 masing-masing ditunjukkan pada tabel 1 dan 2. Gradasi hasil perbaikan menunjukkan distribusi ukuran yang merata sesuai batas gradasi SNI.

Tabel 1. Hasil Uji Perbaikan Gradasi Batu ½ Quarry BJA, Saoka

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	Spesifikasi
2"	50,8	0	–	100,00	
1½"	38,1	0	–	100,00	

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	Spesifikasi
1"	25,4	0	–	100,00	
¾"	19,1	50	1,00	99,00	95–100
3/8"	9,52	4500	90,00	10,00	30–60
#4	4,75	4515,5	90,31	9,69	0–10
#8	2,36	4515,9	90,32	9,68	
#10	2,00	4515,9	90,32	9,68	
#16	1,18	4516,1	90,32	9,68	
#30	0,600	4516,5	90,33	9,67	
#40	0,425	4516,5	90,33	9,67	
#50	0,300	4516,5	90,33	9,67	
#100	0,149	4517,2	90,34	9,66	
#200	0,074	4517,9	90,36	9,64	

Tabel 2. Hasil Uji Perbaikan Gradasi Batu 2/3 Quarry BJA, Saoka

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Berat Tertahan (gram)	Kumulatif Prosen Tertahan (%)	Prosen Lolos (%)	Spesifikasi
2"	50,8	0	0	0,00	100,00
1½"	38,1	0	0	0,00	100,00
1"	25,4	2.200	2.200	44,00	56,00
¾"	19,1	2.400	4.600	92,00	8,00
3/8"	9,52	35	4.635	92,70	7,30
#4	4,75	0	4.635	92,70	7,30
#8	2,36	0	4.635	92,70	7,30
#10	2,00	0	4.635	92,70	7,30
#16	1,18	0	4.635	92,70	7,30
#30	0,600	0	4.635	92,70	7,30
#40	0,425	0	4.635	92,70	7,30
#50	0,300	0,50	4.635,5	92,71	7,29
#100	0,149	0,7	4.636,2	92,72	7,28
#200	0,074	0,5	4.636,7	92,73	7,27

**B. Sifat Pasir (Agregat Halus)**

Pasir yang digunakan berasal dari Kota Bitung, Sulawesi Utara. Pengujian sifat pasir meliputi kadar lumpur, berat jenis, dan berat volume.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Pasir Bitung

Uraian	1	2
Pembacaan Lempung (A)	590	590
Pembacaan Pasir (B)	500	500
Kadar Lumpur = $\left(\frac{(A-B) \times 100\%}{A}\right)$	15	15
<b>Rata-Rata (%)</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

Berdasarkan hasil pengujian terhadap dua sampel agregat halus, diperoleh nilai yang menunjukkan karakteristik material yang relatif serupa. Pada Sampel I, setelah dilakukan penyesuaian berdasarkan hasil perhitungan,

diperoleh berat jenis (bulk specific gravity) sebesar 2,346, berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) sebesar 2,427, berat jenis semu (apparent specific gravity) sebesar 2,556, dan penyerapan air sebesar 3,520%. Sementara itu, Sampel II memiliki berat jenis sebesar 2,511, berat jenis SSD sebesar 2,600, berat jenis semu sebesar 2,756, dan penyerapan air sebesar 3,541%. Perbedaan nilai berat jenis antara kedua sampel menunjukkan adanya variasi karakteristik fisik agregat, sedangkan nilai penyerapan air yang hampir sama mengindikasikan bahwa kedua sampel memiliki tingkat porositas yang relatif serupa. Secara umum, agregat halus masih berada dalam kisaran massa jenis yang umum digunakan sebagai bahan penyusun beton, namun nilai penyerapan air yang cukup tinggi menunjukkan kemampuan agregat menyerap air

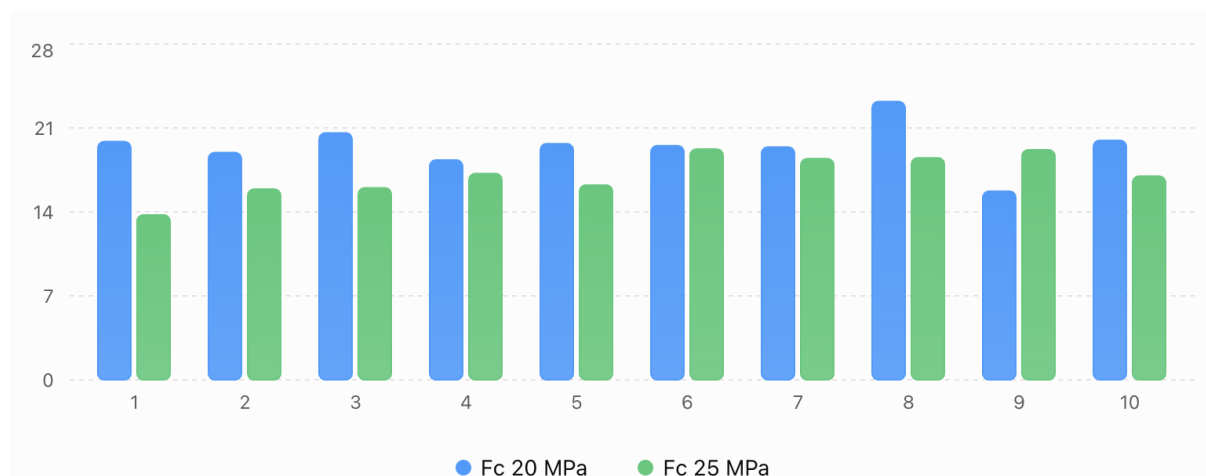
dalam jumlah yang lebih besar. Oleh karena itu, pada tahap job mix design, diperlukan penyesuaian kebutuhan air pencampur agar rasio air-semen (water-cement ratio) tetap sesuai dengan desain, sehingga mutu beton yang direncanakan dapat dicapai secara optimal.

Berdasarkan hasil pengujian berat isi gembur agregat halus, diperoleh perbedaan nilai antara kedua kelompok sampel yang mencerminkan variasi tingkat kepadatan material. Pada kelompok sampel pertama, berat isi gembur masing-masing sampel adalah 1,94 g/cm<sup>3</sup> dan 1,93 g/cm<sup>3</sup>, dengan rata-rata sekitar 1,94 g/cm<sup>3</sup>, menunjukkan bahwa agregat memiliki tingkat kepadatan yang relatif seragam. Sementara itu, pada kelompok sampel kedua, berat isi gembur yang diperoleh sebesar 1,64 g/cm<sup>3</sup> dan 1,83 g/cm<sup>3</sup>, dengan rata-rata 1,74 g/cm<sup>3</sup>, yang menunjukkan adanya variasi kepadatan antar sampel. Perbedaan nilai berat isi gembur antara kedua kelompok dapat dipengaruhi oleh bentuk butiran, gradasi, tingkat rongga antarbutir, serta cara penempatan agregat

di dalam wadah pengujian. Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat halus memiliki karakteristik kepadatan yang masih layak digunakan sebagai material penyusun beton, namun variasi berat isi tersebut perlu dipertimbangkan dalam perancangan campuran beton (job mix design) agar proporsi bahan penyusun dapat ditentukan secara lebih akurat dan menghasilkan mutu beton sesuai dengan yang direncanakan.

#### 4.3. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari menggunakan benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Mix design dibuat untuk mutu Fc' 20 Mpa dan Fc' 25 Mpa. Pada gambar 1 menunjukkan beton mutu Fc 20 MPa hampir memenuhi target (98%). Sedangkan Beton mutu Fc 25 MPa tidak mencapai target, kemungkinan disebabkan oleh karakteristik batu pecah (bentuk, gradasi mikro, dan adhesi dengan pasta semen) yang belum optimal.



**Gambar 1.** Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton Fc 20 MPa dan Fc 25 MPa Umur 28 Hari

#### 4.4. Pembahasan

Hasil perbaikan sifat-sifat batu pecah dari Quarry PT Bagus Jaya Abadi Saoka menunjukkan adanya peningkatan kualitas yang signifikan pada parameter gradasi, kadar lumpur, dan berat jenis agregat. Pemilahan bentuk agregat yang mengutamakan butiran bulat serta pencucian untuk mengurangi kadar lumpur berhasil menurunkan kandungan lumpur menjadi 0,28%, jauh di bawah batas maksimum SNI 03-2834-2000 sebesar 1% untuk agregat kasar. Gradasi agregat kasar baik untuk ukuran ½ inci maupun 2/3 inci juga telah masuk dalam zona gradasi yang dipersyaratkan, yang berimplikasi

positif terhadap workability dan kinerja beton. Dari sisi agregat halus, pasir Bitung yang digunakan memenuhi standar SNI terkait kadar lumpur, berat jenis, dan berat isi, sehingga secara keseluruhan komposisi material sudah memenuhi persyaratan dasar pembuatan beton normal.

Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan bahwa beton dengan mutu rencana Fc' 20 MPa mampu mencapai kuat tekan rata-rata 19,52 MPa atau sekitar 98% dari target. Pencapaian ini dapat dikategorikan sangat baik, mengingat variasi hasil uji biasanya dipengaruhi oleh faktor air semen, distribusi butiran agregat,

serta proses pencampuran dan pemadatan beton. Namun, untuk mutu rencana Fc' 25 MPa, kuat tekan rata-rata yang dicapai hanya 17,14 MPa atau 68% dari target. Rendahnya pencapaian mutu ini diduga disebabkan oleh sifat agregat kasar yang meskipun sudah diperbaiki, masih memiliki proporsi bentuk pipih yang relatif tinggi sehingga mengurangi efektivitas ikatan antara pasta semen dan agregat. Selain itu, faktor air semen dan kontrol workability yang kurang optimal untuk mutu beton yang lebih tinggi juga berpotensi menurunkan kekuatan tekan.

Secara umum, hasil penelitian ini menegaskan bahwa perbaikan sifat batu pecah Saoka efektif untuk memproduksi beton normal dengan mutu rendah hingga menengah, khususnya pada kisaran Fc' 20 MPa. Namun, untuk menghasilkan beton mutu tinggi seperti Fc' 25 MPa atau lebih, diperlukan perbaikan lanjutan seperti optimalisasi bentuk agregat melalui proses crushing yang lebih baik, kontrol distribusi gradasi yang lebih ketat, dan pengaturan faktor air semen yang presisi. Temuan ini sejalan dengan teori beton menurut Mulyono (2005) dan ketentuan SNI 03-2834-2000 yang menekankan bahwa kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh kualitas agregat, gradasi, bentuk partikel, serta interaksi antar material penyusunnya.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian perbaikan sifat-sifat batu pecah dari Quarry Bagus Jaya Abadi (BJA) Saoka, Kota Sorong, dapat disimpulkan bahwa proses pemilihan ukuran butiran, pemisahan bentuk agregat, pencucian, dan pengeringan mampu memperbaiki karakteristik fisik batu pecah sehingga memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk agregat kasar beton. Hasil uji menunjukkan kadar lumpur agregat kasar turun menjadi 0,28%, gradasi masuk dalam zona standar, dan bentuk agregat lebih seragam sehingga layak digunakan untuk beton normal.

Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan bahwa untuk mutu rencana Fc 20 MPa, beton mencapai kekuatan rata-rata 19,52 MPa atau 98% dari mutu rencana, sedangkan untuk mutu rencana Fc 25 MPa, kekuatan rata-rata yang dicapai adalah 17,14 MPa atau 68% dari mutu rencana. Hal ini mengindikasikan bahwa batu pecah hasil perbaikan efektif digunakan pada beton mutu rendah hingga menengah, namun belum optimal untuk beton mutu tinggi.

Dengan demikian, perbaikan sifat fisik batu pecah dari Quarry BJA Saoka terbukti meningkatkan kualitas agregat kasar sesuai standar, namun diperlukan optimalisasi lanjutan, seperti peningkatan kontrol bentuk butir dan metode perbaikan yang lebih intensif, untuk mendukung pencapaian mutu beton yang lebih tinggi.

## Daftar Pustaka

- Antono, A. (1995). *Bahan konstruksi teknik sipil*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- ASTM International. (1985). *ASTM C150-1985: Standard specification for Portland cement*. Philadelphia, USA: Annual Books of ASTM Standard.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukaan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 03-2847-2013: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sugiyono. (2015). *Metode penelitian kombinasi (mix methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Satriani. (2019). Pengaruh kadar lumpur terhadap kuat tekan beton normal. *Prosiding SNRT (Seminar Nasional Riset Terapan)*, Politeknik Negeri Banjarmasin, 7 November 2019, hlm. 53–57.
- Mahardana, Z. B., Pambudi, W. R., Emilia, O. F., Fasyaro, R. F., Aprinia, A. D., Mustafa, D. T., & Induwati, M. (2023). Meningkatkan kuat tekan beton dengan substitusi agregat studi penggunaan Recycled Concrete Aggregate (RCA). *Media Ilmiah Teknik Sipil*, Vol. 11 No. 1, Januari 2023, hlm. 1–8.
- Fajar, M. N., Saputra, A., Purwantoro, D. S., Arifin, H., & Iqbal. (2024). Pengaruh kadar lumpur terhadap nilai kuat tekan paving block dengan bahan dasar sedimentasi limbah galian C di Sungai Klagison, Kota Sorong. *Teknika*, Vol. 19 No. 1 (2024), hlm. 103–109. DOI:10.26623/teknika.v19i1.8773.
- Rosdiana, dkk. (2024). Study of the utilization of Rahanggada sand as concrete material. *Scale Journal of Civil Engineering*, Vol. 1 No. 2.

Banyai, K., Czoboly, O., Menyhart, K., & Orban, Z. (2025). *Influence of aggregate composition on the properties of recycled concrete and improving performance using special additives*. *Materials*, 18(5), 1108.  
<https://doi.org/10.3390/ma18051108>.