

Studi Komparatif Agregat Halus Pasirmalati dan Cimalaka pada Beton Normal Berdasarkan Karakteristik Material dan Kuat Tekan

Muhammad Rafi Perdana^{1*}, Tira Roesdiana²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Swadaya Gunung Jati, Jl. Pemuda Raya No 32, Cirebon

[*rafiperdana120304@gmail.com](mailto:rafiperdana120304@gmail.com)

Abstrak

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena memiliki kekuatan tekan tinggi serta mudah diaplikasikan dalam berbagai pekerjaan. Salah satu faktor yang memengaruhi mutu beton adalah karakteristik agregat halus yang digunakan. Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik fisik pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka, menganalisis pengaruhnya terhadap kuat tekan beton, serta mengevaluasi kelayakannya sebagai agregat halus pada beton struktural. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium melalui pengujian sifat material yang meliputi kadar lumpur, kandungan zat organik, dan berat jenis agregat, serta pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan mutu rencana 25 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir Malati memiliki kadar lumpur sebesar 8,70%, kandungan zat organik 0–10%, dan berat jenis 2,18. Sementara itu, pasir Cimalaka memiliki kadar lumpur 4%, kandungan zat organik 10–20%, dan berat jenis 2,51. Pada umur 28 hari, beton yang menggunakan pasir Malati menghasilkan kuat tekan rata-rata 21,986 MPa, sedangkan beton dengan pasir Cimalaka mencapai 25,289 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pasir Cimalaka memenuhi mutu rencana sehingga layak digunakan sebagai agregat halus pada beton struktural. Sebaliknya, pasir Malati belum mencapai mutu yang ditetapkan sehingga belum dapat direkomendasikan sebagai alternatif pengganti agregat halus.

Kata kunci: Agregat halus, kuat tekan beton, pasir Malati, pasir Cimalaka

1. Pendahuluan

Perkembangan pembangunan infrastruktur yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan terhadap beton sebagai material konstruksi terus mengalami peningkatan. Beton banyak dipilih karena memiliki kemampuan menahan beban tekan yang tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi, serta dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bangunan. Campuran beton tersusun atas semen, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan agregat sebagai komponen yang mendominasi volume campuran. Oleh sebab itu, karakteristik agregat memberikan pengaruh yang besar terhadap mutu beton yang dihasilkan [1].

Dalam campuran beton, agregat halus berupa pasir berfungsi mengisi ruang di antara agregat kasar sehingga terbentuk susunan yang lebih rapat dan padat. Selain fungsi tersebut,

sifat-sifat pasir, seperti gradasi butiran, kadar lumpur, berat jenis, daya serap air, serta kandungan zat organik, turut menentukan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) dan kekuatan tekan beton setelah mengeras. Dengan demikian, kualitas agregat halus menjadi salah satu aspek penting yang harus diperhatikan pada tahap perancangan campuran beton agar diperoleh mutu yang sesuai dengan target perencanaan [2].

Sejumlah penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa asal sumber pasir berpengaruh terhadap performa beton, khususnya nilai kuat tekannya. Agregat halus yang memiliki kualitas baik umumnya mampu menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih optimal. Sebaliknya, pasir yang mengandung kadar lumpur maupun zat organik dalam jumlah tinggi dapat mengurangi ikatan antar material penyusun beton sehingga mutu beton mengalami penurunan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa variasi karakteristik agregat halus dapat menghasilkan perbedaan kuat tekan beton meskipun menggunakan mutu rencana dan metode perancangan campuran yang sama [3]. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan sumber agregat halus merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan secara cermat dalam proses pembuatan beton [4].

Meskipun berbagai penelitian mengenai karakteristik agregat halus telah dilakukan, kajian yang secara khusus membandingkan pasir lokal dari wilayah Ciayumajakuning, terutama pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka, masih relatif terbatas. Di sisi lain, pasir Cimalaka lebih banyak digunakan pada pekerjaan konstruksi walaupun lokasi sumber materialnya lebih jauh dibandingkan pasir Pasirmalati. Kondisi tersebut membuka peluang untuk mengkaji potensi pasir Pasirmalati sebagai alternatif agregat halus yang lebih efisien dari sisi distribusi maupun biaya tanpa mengabaikan persyaratan mutu beton [5].

Perbedaan karakteristik fisik yang dimiliki kedua jenis pasir tersebut diperkirakan akan memengaruhi kualitas beton yang dihasilkan, terutama terhadap nilai kuat tekannya. Oleh karena itu, diperlukan penelitian eksperimental yang membandingkan secara langsung sifat fisik agregat halus serta performa beton yang menggunakan kedua jenis pasir tersebut. Melalui pendekatan ini, kualitas masing-masing agregat dapat dievaluasi secara objektif berdasarkan hasil pengujian laboratorium [6].

Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik fisik pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka serta mengkaji pengaruh penggunaannya terhadap kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menilai kelayakan pasir Pasirmalati sebagai alternatif pengganti pasir Cimalaka dalam campuran beton. Penelitian dibatasi pada penggunaan beton normal dengan mutu rencana sebesar 25 MPa, menggunakan metode perancangan campuran yang mengacu pada SNI 03-2834-2000. Pengujian difokuskan pada karakteristik agregat halus dan kuat tekan beton sehingga hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi yang relevan sebagai dasar pemilihan agregat halus untuk pekerjaan konstruksi [7].

2. Metodologi

Penelitian ini menerapkan metode eksperimental di laboratorium untuk membandingkan sifat agregat halus dan kekuatan tekan beton yang menggunakan pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka. Langkah-langkah penelitian mencakup pengujian material, perancangan campuran beton, pembuatan benda uji, serta pengujian kekuatan tekan beton pada umur tertentu.

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi dan Program Studi Teknik Sipil, yang digunakan untuk pengujian material, pembuatan benda uji, serta Uji Kuat tekan Beton.

2.2 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan harus dilakukan sebelum penelitian dimulai untuk memastikan bahwa semua langkah berlangsung dengan baik dan data yang diperoleh akurat. Perangkat yang digunakan meliputi timbangan untuk menimbang bahan, saringan (ayakan) untuk analisis gradasi, oven untuk menguji kadar air dan mengeringkan material, piknometer untuk mengukur berat jenis agregat halus, gelas ukur untuk mengukur volume air, kerucut Abrams untuk menguji slump, cetakan silinder berukuran 15 cm × 30 cm, alat pemadat, serta mesin uji tekan beton. Semua alat tersebut harus diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan kebersihan dan kelayakan penggunaannya sehingga tidak memengaruhi hasil pengujian.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari semen Portland sebagai pengikat, agregat halus yang berupa pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka, agregat kasar yang berupa batu pecah, serta air bersih yang memenuhi standar untuk campuran beton. Sebelum penggunaan, seluruh bahan perlu disiapkan dan diuji terlebih dahulu untuk menentukan karakteristiknya, seperti kadar air, gradasi, berat jenis, penyerapan, dan kadar zat organik. Hal ini penting agar perencanaan campuran beton dapat dilakukan dengan tepat sesuai dengan kondisi material yang ada.

2.3 Karakterisasi Material

Karakterisasi material dilakukan sebagai tahap awal sebelum penyusunan rancangan campuran beton guna memperoleh informasi mengenai sifat fisik setiap material penyusun. Data hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian material terhadap persyaratan beton normal sekaligus menjadi acuan dalam menentukan komposisi campuran sesuai mutu rencana. Selain itu, karakteristik material dimanfaatkan untuk menganalisis hubungan antara sifat agregat dengan kuat tekan beton yang dihasilkan.

Tahapan karakterisasi meliputi pengujian semen, agregat halus, dan agregat kasar. Seluruh prosedur pengujian dilaksanakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga data yang diperoleh memiliki tingkat keandalan yang dapat digunakan sebagai dasar analisis penelitian.

2.3.1 Pengujian Semen

Pengujian semen bertujuan memastikan bahwa material pengikat yang digunakan memenuhi persyaratan untuk pembuatan beton normal. Sifat fisik semen perlu diketahui karena berpengaruh terhadap proses hidrasi, waktu pengerasan, serta perkembangan kekuatan beton selama masa perawatan.

Pengujian mengacu pada SNI 03-2530-1991, yang mencakup pemeriksaan kehalusan semen, konsistensi normal, waktu ikat awal, dan waktu ikat akhir. Hasil pengujian tersebut digunakan untuk menilai kelayakan semen sebelum diaplikasikan pada proses pencampuran beton.

2.3.2 Pengujian Agregat Halus

Agregat halus merupakan komponen utama dalam campuran beton yang berfungsi mengisi rongga di antara butiran agregat kasar sehingga terbentuk susunan material yang lebih rapat. Perbedaan karakteristik agregat halus dapat memengaruhi kebutuhan air, kemudahan pengerjaan, serta kekuatan beton setelah mengeras. Oleh sebab itu, sebelum digunakan dalam penelitian, agregat halus terlebih dahulu diuji untuk mengetahui karakteristik fisiknya.

Karakterisasi agregat halus meliputi pengujian gradasi, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, serta kandungan zat organik sesuai prosedur yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI).

a. Pengujian Gradasi Agregat Halus

Pengujian gradasi dilakukan berdasarkan SNI 03-1968-1990 untuk mengetahui sebaran ukuran butiran agregat halus melalui analisis saringan. Hasil pengujian menunjukkan persentase agregat yang tertahan dan lolos pada setiap ukuran saringan sehingga dapat ditentukan zona gradasi pasir yang digunakan.

Distribusi ukuran butiran menjadi salah satu parameter penting dalam penyusunan campuran beton karena memengaruhi tingkat kepadatan agregat dan efisiensi penggunaan pasta semen. Informasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses mix design [10].

b. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air dilakukan berdasarkan SNI 03-1970-1990 untuk memperoleh nilai berat jenis curah (*bulk*), berat jenis jenuh kering permukaan (*SSD*), berat jenis semu (*apparent*), serta kapasitas agregat dalam menyerap air.

Nilai berat jenis memberikan gambaran mengenai kepadatan agregat, sedangkan penyerapan air menunjukkan kemampuan agregat menyerap air selama proses pencampuran. Kedua parameter tersebut diperlukan dalam penyusunan proporsi campuran beton karena memengaruhi kebutuhan air pencampur, faktor air semen, dan berat isi beton[11].

c. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air mengacu pada SNI 03-1971-1990 dengan tujuan mengetahui kandungan air alami yang terdapat pada agregat halus sebelum digunakan sebagai material campuran beton.

Data kadar air digunakan untuk melakukan penyesuaian terhadap kebutuhan air pada rancangan campuran sehingga nilai faktor air semen tetap sesuai dengan perencanaan. Dengan demikian, proporsi campuran yang dihasilkan tetap mampu memenuhi mutu beton yang ditargetkan[8].

d. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur dilakukan sesuai SNI 03-4142-1996 untuk menentukan persentase partikel halus yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Kandungan lumpur pada agregat perlu diketahui karena dapat memengaruhi kualitas ikatan antara pasta semen dengan permukaan agregat.

Apabila kadar lumpur terlalu tinggi, daya lekat antar material dapat berkurang sehingga berpotensi menurunkan kekuatan beton. Oleh karena itu, hasil pengujian ini digunakan sebagai salah satu indikator dalam menilai kelayakan agregat halus sebagai bahan penyusun beton[9].

e. Pengujian Kandungan Zat Organik

Pengujian kandungan zat organik dilakukan berdasarkan SNI 03-2816-1992 untuk mengetahui keberadaan bahan organik yang terdapat pada agregat halus. Identifikasi dilakukan melalui pengamatan perubahan warna larutan hasil pengujian yang kemudian dibandingkan dengan larutan standar.

Keberadaan bahan organik dalam jumlah tertentu dapat memengaruhi proses hidrasi semen sehingga perkembangan kekuatan beton menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, hasil pengujian digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap kualitas agregat halus sebelum digunakan pada campuran beton [12].

2.3.3 Pengujian Agregat Kasar

Karakterisasi agregat kasar dilakukan untuk memastikan bahwa material memenuhi persyaratan sebagai penyusun beton normal. Pengujian meliputi distribusi ukuran butiran, berat jenis, dan penyerapan air, karena ketiga parameter tersebut berpengaruh terhadap kepadatan campuran serta kualitas beton yang dihasilkan.

a. Pengujian Gradasi Agregat Kasar

Pengujian gradasi agregat kasar mengacu pada SNI 03-1968-1990 dengan metode analisis saringan untuk memperoleh distribusi ukuran butiran batu pecah. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik gradasi yang selanjutnya dibandingkan dengan batas gradasi yang dipersyaratkan.

Distribusi ukuran agregat yang baik akan menghasilkan susunan butiran yang lebih rapat sehingga rongga dalam campuran beton dapat diminimalkan. Kondisi tersebut mendukung terbentuknya beton yang lebih padat dan memiliki performa mekanis yang lebih baik.

b. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air

Pengujian ini dilaksanakan berdasarkan SNI 03-1969-1990 untuk memperoleh nilai berat jenis curah, berat jenis semu, berat jenis kondisi jenuh kering permukaan (*SSD*), serta kemampuan agregat kasar dalam menyerap air.

Nilai berat jenis digunakan untuk menggambarkan tingkat kepadatan agregat, sedangkan penyerapan air menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan air pencampur pada proses *mix design*. Kedua parameter tersebut juga digunakan untuk mengevaluasi kualitas agregat kasar agar sesuai dengan persyaratan material penyusun beton normal [13].

2.4 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Penyusunan rancangan campuran beton (*mix design*) dilakukan setelah seluruh karakteristik material penyusun beton diperoleh melalui pengujian laboratorium. Data hasil pengujian tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan proporsi setiap material penyusun sehingga beton yang dihasilkan mampu memenuhi mutu rencana sebesar 25 MPa.

Metode perancangan campuran mengacu pada SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Parameter yang diperhitungkan dalam penyusunan campuran meliputi kuat tekan rencana, deviasi standar, nilai tambah (*margin*), faktor air semen (FAS), kebutuhan air bebas, kadar semen, proporsi agregat halus dan agregat kasar, berat isi beton, serta koreksi campuran berdasarkan kondisi aktual material di laboratorium. Seluruh tahapan perhitungan menghasilkan komposisi campuran teoritis maupun komposisi aktual yang digunakan dalam pembuatan benda uji [2].

2.5 Pembuatan dan Perawatan Spesimen

Pembuatan benda uji dilakukan setelah komposisi campuran beton diperoleh dari hasil *mix design*. Seluruh material ditimbang sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran, kemudian dicampur hingga mencapai kondisi homogen. Proses pencampuran dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan urutan pencampuran material agar beton segar memiliki distribusi agregat yang merata.

Sebelum dilakukan pencetakan, campuran beton diuji menggunakan kerucut Abrams untuk mengetahui nilai slump sebagai indikator kemudahan pengerjaan (*workability*). Pengujian slump dilakukan untuk memastikan campuran beton masih berada pada rentang yang telah ditetapkan dalam perencanaan.

Beton segar selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan silinder berukuran 15 cm × 30 cm secara bertahap sebanyak tiga lapisan. Setiap lapisan dipadatkan menggunakan batang pemadat sehingga rongga udara yang terbentuk selama proses pengecoran dapat diminimalkan. Setelah cetakan terisi penuh, permukaan beton diratakan agar diperoleh benda uji dengan dimensi yang seragam.

Setelah berumur sekitar 24 jam, benda uji dilepaskan dari cetakan (*demoulding*) dan selanjutnya dirawat (*curing*) dengan metode perendaman di dalam air hingga mencapai umur pengujian yang telah ditentukan.

Penelitian ini menggunakan 24 benda uji, yang terdiri atas dua variasi agregat halus, yaitu pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka. Masing-masing variasi dibuat untuk empat umur

pengujian, yaitu 7, 14, 21, dan 28 hari, dengan tiga benda uji pada setiap umur sehingga nilai kuat tekan yang diperoleh merupakan nilai rata-rata dari tiga spesimen.

- **Pasir Malati (Majalengka)**
 - Umur 7 hari; kode MLT-7; jumlah sampel 3
 - Umur 14 hari; kode MLT-14; jumlah sampel 3
 - Umur 21 hari; kode MLT-21; jumlah sampel 3
 - Umur 28 hari; kode MLT-28; jumlah sampel 3
- **Pasir Cimalaka (Sumedang)**
 - Umur 7 hari; kode CMK-7; jumlah sampel 3
 - Umur 14 hari; kode CMK-14; jumlah sampel 3
 - Umur 21 hari; kode CMK-21; jumlah sampel 3
 - Umur 28 hari; kode CMK-28; jumlah sampel 3
- **Total sampel: 24**

2.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menerima beban tekan setelah mencapai umur tertentu. Pengujian dilaksanakan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari sesuai dengan SNI 1974-2011 menggunakan Compression Testing Machine (CTM).

Sebelum pengujian dilakukan, permukaan benda uji dibersihkan dari kotoran maupun sisa air agar posisi spesimen pada mesin uji berada dalam kondisi stabil. Selanjutnya benda uji ditempatkan tepat di tengah bidang tekan mesin sehingga distribusi beban berlangsung secara merata selama proses pengujian.

Pembebanan diberikan secara bertahap hingga benda uji mengalami keruntuhan (*failure*). Beban maksimum yang tercatat pada mesin uji digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan beton dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kuat Tekan Beton } (f_c) = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

2.7 Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian material serta pengujian kuat tekan beton diolah secara deskriptif-komparatif untuk membandingkan pengaruh penggunaan pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka terhadap mutu beton yang dihasilkan. Setiap hasil pengujian dihitung nilai rata-ratanya sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

Selanjutnya, hasil karakterisasi agregat halus, yang meliputi kadar lumpur, kandungan zat organik, dan berat jenis, dikaitkan dengan perkembangan kuat tekan beton pada setiap umur pengujian. Analisis ini dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara karakteristik fisik agregat halus dengan kemampuan beton dalam mencapai mutu rencana.

Hasil pengolahan data kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sehingga kecenderungan perubahan kuat tekan beton pada masing-masing variasi agregat dapat diamati secara lebih jelas. Berdasarkan hasil tersebut dilakukan pembahasan mengenai kelayakan penggunaan pasir Pasirmalati sebagai alternatif agregat halus dibandingkan pasir Cimalaka pada beton normal dengan mutu rencana 25 MPa.

3. Hasil dan Pembahasan

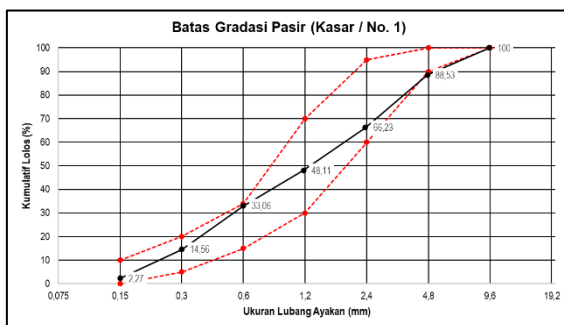
3.1 Karakteristik Material

Karakteristik material diuji sebagai dasar penyusunan *mix design* sekaligus untuk memastikan seluruh bahan memenuhi persyaratan beton normal. Pengujian meliputi semen, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan mengacu pada standar SNI yang berlaku.

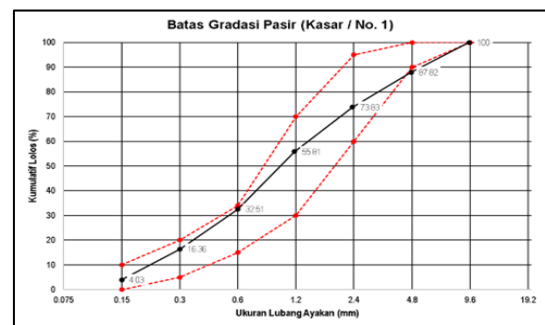
Hasil pengujian menunjukkan bahwa semen, agregat kasar, dan air memenuhi persyaratan penggunaan sebagai material penyusun beton. Pada agregat halus, terdapat perbedaan karakteristik antara pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka, terutama pada kadar lumpur, kandungan zat organik, serta berat jenis. Rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Material Properties

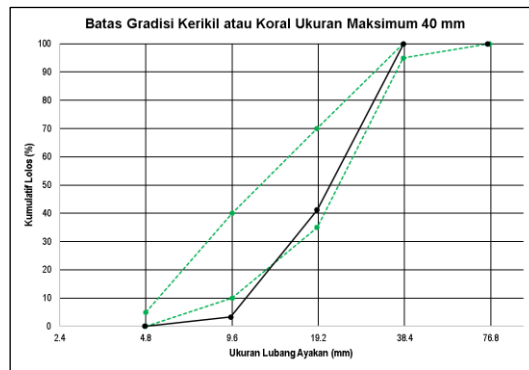
No.	Material	Jenis Pengujian	Pasirmalati	Cimalaka	Agregat Kasar	Standar Acuan	Keterangan
1	Semen	Kehalusan Semen	F1 = 0%; F2 = 20,2	-	-	SNI 03-2530-1991	Memenuhi
2	Agregat Halus	Kadar Lumpur (%)	8,70	4,00	-	SNI 03-4142-1996	-
		Gradasi	Zona I	Zona I	-	SNI 03-1968-1990	Memenuhi
		Modulus Halus Butir (FM)	2,53	2,71	-	SNI 03-1968-1990	Memenuhi
		Berat Jenis SSD	2,184	2,510	-	SNI 03-1970-1990	Memenuhi
		Absorpsi (%)	11,11	6,38	-	SNI 03-1970-1990	Memenuhi
		Kadar Zat Organik	0-10%	10-20%	-	SNI 03-2816-1992	Memenuhi
3	Agregat Kasar	Kadar Air (%)	-	-	0,69	SNI 03-1971-1990	-
		Gradasi	-	-	Maks. 40 mm	SNI 03-1968-1990	Memenuhi
		Modulus Halus Butir (FM)	-	-	4,340	SNI 03-1968-1990	Memenuhi
		Berat Jenis SSD	-	-	2,630	SNI 03-1969-1990	Memenuhi
		Absorpsi (%)	-	-	1,97	SNI 03-1969-1990	Memenuhi
4	Air	pH Air	-	-	7	SNI 03-6817-2002	Memenuhi



Gambar 1. Grafik Agregat Halus Pasir Malati



Gambar 2. Grafik Agregat Halus Pasir Cimalaka



Gambar 3. Grafik Agregat Kasar

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 dan kurva gradasi pada Gambar 1–3, agregat halus Pasirmalati dan Cimalaka sama-sama memenuhi persyaratan gradasi menurut SNI 03-1968-1990 dengan klasifikasi Zona I, sedangkan agregat kasar memenuhi gradasi maksimum 40 mm. Nilai Modulus Halus Butir (FM) agregat halus Pasirmalati sebesar 2,53, Cimalaka 2,71, dan agregat kasar 4,340, yang menunjukkan adanya perbedaan distribusi ukuran butiran pada masing-masing material.

Selain perbedaan gradasi, agregat halus Pasirmalati memiliki kadar lumpur sebesar 8,70% dengan nilai absorpsi 11,11%, sedangkan agregat halus Cimalaka memiliki kadar lumpur 4,00% dan absorpsi 6,38%. Agregat kasar memiliki nilai absorpsi sebesar 1,97%. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa setiap material memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap air dan membentuk susunan butiran pada campuran beton. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kebutuhan air pencampuran, kemudahan pengerjaan (*workability*), serta perkembangan kuat tekan beton pada umur pengujian.

3.2 Perencanaan Campuran Beton

Perancangan campuran beton dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan mutu rencana 25 MPa. Penentuan proporsi campuran mempertimbangkan karakteristik masing-masing agregat sehingga diperoleh komposisi material yang sesuai untuk setiap variasi pasir.

Hasil perhitungan menunjukkan adanya perbedaan kebutuhan agregat halus dan agregat kasar antara campuran menggunakan pasir Malati dan pasir Cimalaka. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik fisik masing-masing material, khususnya berat jenis dan gradasi agregat. Rincian hasil *mix design* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perencanaan *Mix Design*

Parameter	Pasirmalati	Cimalaka
Mutu beton rencana (MPa)	25	25
Deviasi standar	8,5	8,5
Nilai tambah (Margin) (MPa)	10,7	10,7
Kuat tekan rata-rata target (MPa)	35,7	35,7
Jenis semen	Tipe I	Tipe I
Jenis agregat halus	Alami	Alami
Jenis agregat kasar	Batu pecah	Batu pecah
Faktor air semen (FAS)	0,52	0,52
Nilai slump rencana	60–180 mm	60–180 mm
Ukuran maksimum agregat	40 mm	40 mm
Komposisi Campuran Beton (1 m³)		

Material	Pasirmalati	Cimalaka
Air	185 liter	185 liter
Semen	355,77 kg	355,77 kg
Agregat halus	789,02 kg	808,38 kg
Agregat kasar	1.004 kg	1.029 kg
Proporsi Campuran per 1 Silinder		
Material	Pasirmalati	Cimalaka
Air	0,980 liter	0,909 liter
Semen	1,885 kg	1,885 kg
Agregat halus	4,233 kg	4,425 kg
Agregat kasar	5,253 kg	5,382 kg

Berdasarkan hasil perencanaan campuran pada Tabel 2, kedua variasi beton menggunakan parameter desain yang sama, yaitu mutu beton rencana 25 MPa, faktor air semen (FAS) sebesar 0,52, nilai slump rencana 60–180 mm, serta ukuran maksimum agregat 40 mm. Kesamaan parameter tersebut bertujuan agar proses pengujian dapat membandingkan pengaruh penggunaan agregat halus Pasirmalati dan Cimalaka terhadap sifat beton tanpa dipengaruhi oleh perubahan parameter campuran lainnya.

Perbedaan komposisi campuran hanya terdapat pada jumlah agregat halus dan agregat kasar yang disesuaikan dengan karakteristik fisik masing-masing material. Penyesuaian tersebut dilakukan berdasarkan hasil pengujian properties material sehingga proporsi campuran yang diperoleh memenuhi ketentuan metode SNI 03-2834-2000. Selanjutnya, komposisi tersebut digunakan sebagai acuan dalam pembuatan benda uji untuk pengujian slump dan kuat tekan beton.

3.3 Hasil Pengujian Slump

Tabel 3. Hasil Pengujian Slump

Variasi Beton	Nilai Slump
Beton dengan agregat halus Pasirmalati	12 ± 2 cm
Beton dengan agregat halus Cimalaka	12 ± 2 cm

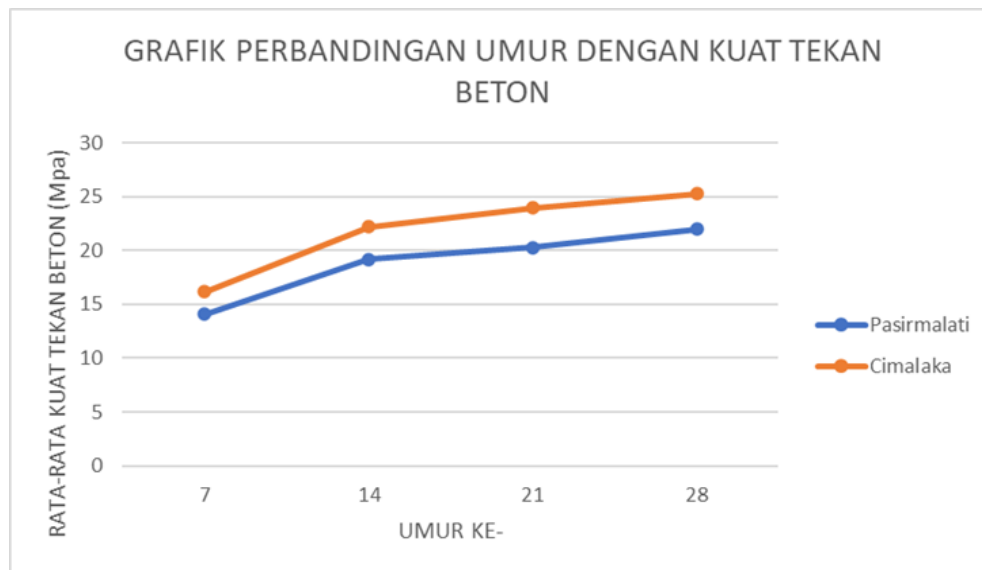
Pengujian slump dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kemudahan pengerjaan (workability) campuran beton segar sebelum proses pengecoran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua variasi campuran menghasilkan nilai slump sebesar 12 ± 2 cm, sehingga masih berada dalam rentang slump yang direncanakan pada proses mix design. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua campuran memiliki tingkat workability yang relatif sama dan memadai untuk proses pencampuran, penempatan, serta pemadatan beton. Dengan kondisi workability yang tidak menunjukkan perbedaan yang berarti, variasi kuat tekan beton yang diperoleh pada penelitian ini lebih mungkin dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik agregat halus daripada oleh kemudahan pengerjaan campuran.

3.4 Pengujian Kekuatan Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji yang menggunakan pasir Pasirmalati dan pasir Cimalaka pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Hasil pengujian pada setiap sampel kemudian dirangkum menjadi nilai kuat tekan rata-rata, sebagaimana disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 1.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Jenis Pasir	Kode Benda Uji	Umur Benda Uji (hari)	Kuat Tekan Beton Rata-rata Pada Umur Uji (Mpa)
1	Pasir Malati (Majalengka)	MLT-7	7	14,06
		MLT-14	14	19,155
		MLT-21	21	20,288
		MLT-28	28	21,986
2	Pasir Cimalaka (Sumedang)	CMK-7	7	16,136
		CMK-14	14	22,175
		CMK-21	21	23,968
		CMK-28	28	25,289



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Pasirmalati dan Cimalaka

Berdasarkan hasil pengujian, kedua variasi beton menunjukkan kecenderungan peningkatan kuat tekan seiring bertambahnya umur beton sebagai akibat berlangsungnya proses hidrasi semen. Namun, laju peningkatan kuat tekan pada beton dengan agregat halus Cimalaka lebih konsisten dibandingkan beton dengan agregat halus Pasirmalati. Pada umur 28 hari, beton menggunakan agregat halus Cimalaka mencapai kuat tekan rata-rata 25,289 MPa, sedangkan beton dengan agregat halus Pasirmalati mencapai 21,986 MPa.

Perbedaan kuat tekan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik agregat halus memberikan kontribusi terhadap performa beton yang dihasilkan. Agregat dengan kadar lumpur yang lebih rendah, distribusi ukuran butiran yang sesuai, serta karakteristik fisik yang lebih baik cenderung menghasilkan ikatan yang lebih efektif antara agregat dan pasta semen sehingga perkembangan kuat tekan beton menjadi lebih optimal.

3.4 Hubungan Karakteristik Agregat terhadap Kuat Tekan Beton

Tabel 5. Perbandingan Karakteristik Material dan Kuat Tekan Beton

Jenis Pasir	Kadar Lumpur (%)	FM	Absorpsi (%)	Berat Jenis SSD	Kuat Tekan 28 Hari (MPa)
Pasirmalati	8,70	2,53	11,11	2,18	21,986
Cimalaka	4,00	2,71	6,38	2,51	25,289

Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan karakteristik fisik antara agregat halus Pasirmalati dan Cimalaka. Agregat halus Cimalaka memiliki kadar lumpur yang lebih rendah, nilai FM yang sedikit lebih tinggi, serta absorpsi yang lebih kecil dibandingkan Pasirmalati. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa agregat Cimalaka memiliki kualitas fisik yang lebih baik untuk digunakan sebagai bahan penyusun beton.

Hasil pengujian kuat tekan memperlihatkan bahwa beton dengan agregat halus Cimalaka mencapai kuat tekan rata-rata 25,289 MPa, sedangkan beton dengan agregat halus Pasirmalati hanya mencapai 21,986 MPa pada umur 28 hari. Walaupun penelitian ini tidak dirancang untuk mengisolasi pengaruh masing-masing parameter secara terpisah, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa perbedaan karakteristik agregat, seperti kadar lumpur, gradasi, berat jenis, dan absorpsi, berpotensi berkontribusi terhadap perbedaan kuat tekan beton yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil penelitian, agregat halus Cimalaka menunjukkan performa yang lebih baik sebagai material penyusun beton normal mutu rencana 25 MPa. Sementara itu, agregat halus Pasirmalati masih dapat dimanfaatkan sebagai alternatif agregat, namun disarankan dilakukan perlakuan awal, seperti pencucian untuk mengurangi kadar lumpur, sehingga karakteristik material menjadi lebih baik sebelum digunakan pada campuran beton.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan membandingkan karakteristik agregat halus Pasirmalati (Majalengka) dan Cimalaka (Sumedang) serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap kuat tekan beton normal mutu rencana 25 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua agregat memiliki karakteristik fisik yang berbeda. Pasir Pasirmalati memiliki kadar lumpur sebesar 8,70%, kandungan zat organik 0–10%, dan berat jenis 2,18, sedangkan pasir Cimalaka memiliki kadar lumpur 4%, kandungan zat organik 10–20%, serta berat jenis 2,51. Perbedaan karakteristik tersebut memengaruhi performa beton yang dihasilkan.

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa beton dengan agregat halus Cimalaka memperoleh kuat tekan rata-rata 25,289 MPa pada umur 28 hari sehingga memenuhi mutu rencana, sedangkan beton dengan pasir Pasirmalati hanya mencapai 21,986 MPa. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa karakteristik agregat, khususnya kadar lumpur dan berat jenis, memberikan pengaruh yang lebih dominan terhadap perkembangan kuat tekan beton dibandingkan kandungan zat organik pada penelitian ini. Berdasarkan hasil tersebut, pasir Cimalaka lebih layak digunakan sebagai agregat halus pada beton normal mutu 25 MPa, sedangkan pasir Pasirmalati masih memerlukan perbaikan kualitas material sebelum direkomendasikan sebagai alternatif agregat halus. Penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi metode pencucian agregat atau penggunaan bahan tambah (*admixture*) untuk meningkatkan kinerja beton yang menggunakan pasir Pasirmalati.

Daftar Pustaka

- [1] A. Ginting, "Pengaruh Perbandingan Agregat Halus Dengan Agregat Kasar Terhadap Workability Dan Kuat Tekan Beton."
- [2] Badan Standardisasi Nasional, "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000)," 2000.
- [3] R. N. Anggraini, F. Lubis, dan W. Apriani, "Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton terhadap Penggunaan Pasir Alam dan Pasir Pecah," *Journal of Infrastructure and Civil Engineering (JICE)*, vol. 2, no. 1, pp. 81–86, 2022.

- [4] M. Nasution, "Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus (Pasir) Antara Sungai Tanjung Balai dan Sungai Kisaran," *Jurnal Bidang Aplikasi Teknik Sipil dan Sains*, vol. 1, no. 2, 2022.
- [5] W. , T. H. M. Y. Listia Ayu Ningrum(1), "Perbandingan Penggunaan Varian Pasir Eks Cirebon-Pemali Dan Varian Eks Cirebon-Gung Sebagai Agregat Halus Pada Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton," p. 16, 2020.
- [6] I. Puspitasari, "Kajian Perbandingan Kuat Tekan dan Berat Jenis Beton dengan Pasir Mundu dan Pasir Malang," *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 2023.
- [7] E. Wakur, A. Yuniata, and C. Mayaindrawati, "Perbandingan Penggunaan Pasir Gunung Dan Pasir Kali Terhadap Kuat Tekan Beton."
- [8] Badan Standardisasi Nasional, "Metode pengujian kadar air agregat (SNI 03-1971-1990)," 1990.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, "Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,0075 mm) (SNI 03-4142-1996)," 1996.
- [10] Badan Standardisasi Nasional, "Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI 03-1968-1990)," 1990.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, "Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)," 1990.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "Metode pengujian kotoran organik dalam pasir untuk campuran mortar atau beton (SNI 03-2816-1992)," 1992.
- [13] Badan Standardisasi Nasional, "Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat (SNI 03-1969-1990)," 1990.