

Pengaruh Variasi Kadar Lumpur pada Agregat Halus dan Penambahan Aditif terhadap Kuat Tekan Beton

Radiman*, Hafiz Hamdani, Adryan Fitrayudha
Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram – 83115, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Beton, Kadar Lumpur, Agregat Halus, Aditif *Plasticizer*, Kuat Tekan.

***Correspondence email:**

radimanahmad89@gmail.com

Submitted: 24 Desember 2025

Revised: 03 Januari 2026

Accepted: 17 Januari 2026

Published: 03 Februari 2026

ABSTRAK

Peningkatan pembangunan infrastruktur di Indonesia mendorong tingginya kebutuhan beton, namun penggunaan pasir alam sering terkendala oleh kadar lumpur yang melebihi batas standar 5%. Kandungan lumpur berlebih dapat menghambat proses hidrasi dan menurunkan kuat tekan beton secara signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kadar lumpur pada agregat halus dan efektivitas aditif *plasticizer* terhadap kuat tekan beton mutu rencana $f'c = 20$ MPa. Metode eksperimen dilakukan dengan variasi kadar lumpur sebesar 2,82%, 13,52%, 21,71%, dan 30,81%. Pengujian meliputi uji material, slump test, dan uji kuat tekan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 3 hari yang dikonversi ke umur 28 hari berdasarkan PBI 1971. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar lumpur menyebabkan penurunan drastis pada nilai slump dan kuat tekan beton. Pada kadar lumpur tertinggi (30,81%) tanpa aditif, kuat tekan menurun hingga 36,34% dari target rencana menjadi hanya 12,73 MPa. Namun, penambahan aditif *Additon H.E* dosis 200 ml/zak semen secara konsisten meningkatkan *workability* dan memulihkan kekuatan beton dengan peningkatan kuat tekan berkisar 26,47% hingga 35,83% dibandingkan beton tanpa aditif. Disimpulkan bahwa penggunaan aditif *plasticizer* efektif sebagai solusi rekayasa untuk memperbaiki performa beton yang menggunakan material berkualitas rendah.

ABSTRACT

Keywords:

Concrete, Silt Content, Fine Aggregate, *Plasticizer Additive*, Compressive Strength.

*The acceleration of infrastructure development in Indonesia has increased the demand for concrete, yet the use of natural sand is often hindered by silt content exceeding the 5% standard limit. Excessive silt content inhibits the hydration process and significantly reduces concrete compressive strength. This study aims to analyze the effect of silt content variations in fine aggregates and the effectiveness of plasticizer additives on the compressive strength of concrete with a design strength of $f'c = 20$ MPa. The experimental research used silt content variations of 2.82%, 13.52%, 21.71%, and 30.81%. Testing included material analysis, slump tests, and compressive strength tests on 15x30 cm cylindrical specimens at 3 days, converted to 28-day estimates based on PBI 1971. The results indicated that increasing silt content caused a drastic decrease in slump values and compressive strength. At the highest silt content (30.81%) without additives, compressive strength decreased by 36.34% to only 12.73 MPa. However, adding *Additon H.E* at a dosage of 200 ml/sack consistently improved workability and restored concrete strength, with increases ranging from 26.47% to 35.83% compared to concrete without additives. In conclusion, plasticizer additives are proven effective as an engineering solution to optimize concrete performance even when using low-quality materials.*

PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi di Indonesia menunjukkan perkembangan yang semakin signifikan dari waktu ke waktu. Peningkatan dalam jumlah penduduk yang terus bertambah turut mendorong naiknya kebutuhan akan infrastruktur serta berbagai sarana dan prasarana, seperti hunian, fasilitas kesehatan, gedung perkantoran, sistem transportasi, dan kebutuhan lainnya. Kondisi tersebut menjadi faktor pendorong bagi industri konstruksi untuk terus berupaya meningkatkan kegiatan pembangunan guna memenuhi kebutuhan masyarakat (Audrilya et al., 2023). Salah satu material yang paling banyak digunakan dalam sektor konstruksi adalah beton. Beton dipilih karena memiliki berbagai keunggulan dibandingkan material lain, antara lain memiliki kekuatan tinggi, mudah diproduksi dan dibentuk, tahan terhadap api dan kondisi cuaca, memerlukan perawatan yang relatif rendah, mampu melindungi tulangan baja dari korosi, serta bahan penyusunnya—kecuali semen—tersedia melimpah dan berbiaya relatif murah (Romadhon, 2021).

Perlu diketahui terlebih dahulu bahwa lumpur merupakan partikel berukuran sangat halus yang dapat lolos dari saringan No. 200 serta memiliki berat jenis sebesar kurang dari 2,0 t/m³, serta bersifat non kohesif karena tidak bereaksi dengan semen (Achmad, 2015). Untuk menjaga mutu pasir sebagai agregat halus, dilakukan berbagai pengujian, salah

satunya uji kadar lumpur dengan metode pengendapan. Pengujian ini menyesuaikan dengan SK SNI S 04-1989 F yang menetapkan kadar maksimum kadar lumpur pada agregat halus sebesar 5% (Sudjatmiko & Zhuhur, 2019)

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji sejauh mana kadar lumpur mempengaruhi kuat tekan beton salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ridho dkk (2025) Studi Kuat Tekan Beton Pada Agregat Halus Dengan Kadar Lumpur Berlebih Menggunakan Penambahan Bahan Aditif. Dari hasil penelitian tersebut terlihat bahwa kadar lumpur dalam agregat halus sangat mempengaruhi kuat tekan beton, baik pada umur 3 hari maupun 28 hari. Beton normal melalui kadar lumpur 5% mengalami penurunan mutu cukup signifikan, hanya 11,7 MPa (3 hari) dan 15,4 MPa (28 hari), jauh di bawah beton normal maupun target rencana. Penambahan aditif mampu meningkatkan mutu beton berkadar lumpur tinggi sekaligus mempercepat peningkatan kuat tekan pada umur awal (3 hari), di mana pada dosis kecil kuat tekan mencapai 13,3 MPa (3 hari) dan 20,3 MPa (28 hari), sedangkan pada dosis menengah hasilnya lebih optimal yaitu 15,0 MPa (3 hari) dan 25,9 MPa (28 hari). Dari perbandingan tersebut terlihat bahwa lumpur berlebih menurunkan kualitas beton secara signifikan, namun penambahan aditif, khususnya pada dosis menengah, dapat memulihkan mutu beton hingga mendekati beton normal dan memenuhi kuat tekan rencana.

Seiring dengan kemajuan teknologi, saat ini telah tersedia berbagai jenis bahan tambah (admixture) yang berfungsi untuk mempertahankan mutu serta kelecakan (workability) beton. Namun, pemilihan bahan tambah harus disesuaikan dengan kondisi dan perencanaan beton yang telah ditetapkan. Selain itu, penggunaan admixture perlu memperhatikan dosis atau volume yang tepat sesuai rencana, karena pemakaian yang berlebihan dapat menyebabkan ketidakefisienan dan menjadi tidak ekonomis (Prastya et al., 2025).

Berdasarkan pada uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh antara variasi kadar lumpur pada agregat halus serta penambahan aditif jenis *plasticizer* terhadap kuat tekan beton dengan mutu rencana $f_c = 20$ MPa. Pada penelitian ini digunakan aditif dengan dosis yang besar sebesar 200 ml per zak (50 kg) semen untuk mengevaluasi efektivitas aditif dalam meningkatkan kinerja beton pada kondisi agregat halus berkadar lumpur tinggi.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan berlokasi di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram dengan tujuan utama mengetahui pengaruh penggunaan zat aditif yang berjenis *plasticizer* terhadap kekuatan tekan beton pada agregat halus yang memiliki kadar lumpur berlebih. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, penelitian ini melibatkan berbagai pengujian laboratorium. Seluruh material yang digunakan diuji sesuai dengan standar nasional untuk memastikan kelayakannya sebagai bahan penyusun beton (Hamdani et al., 2025) Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap Persiapan Alat Dan Bahan

Adapun alat yang digunakan yaitu, *Compression Testing Machine*, *Slump Test*, Timbangan, Cetakan Silinder 30 X 15 cm, *Sieve Shaker*, Labu Ukur, *Oven*, Mesin Abrasi, Gelas Ukur, *Mesin Mixer* Beton, Cawan dan Talam. Adapun bahan yang digunakan adalah seperti, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, air dan zat aditif.

2. Tahap Pengujian Material

Tahap awal pengujian material yang dilakukan adalah pengujian kadar lumpur pada agregat halus (pasir) sesuai Standar Nasional Indonesia, seperti SNI 03-2834-2020. Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971 menetapkan bahwa kadar lumpur dalam pasir tidak boleh melebihi 5%. Oleh karena itu, pengujian kadar lumpur dan kandungan bahan organik menjadi aspek penting dalam pengendalian mutu agregat sebelum digunakan dalam konstruksi (Prastya et al., 2025; Cozy & Saelan, 2019).

$$h_1 = h_{t2} - h_p \quad (1)$$

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{h_1}{h_{t1}} \times 100 \% \quad (2)$$

Dengan

h_1 = Tinggi lapisan lumpur (cm)

h_{t1} = Tinggi total pasir dan lumpur sebelum proses pengocokan (cm)

h_{t2} = Tinggi total pasir dan lumpur sesudah proses pengocokan (cm)

h_p = Tinggi lapisan pasir (cm)

Sementara itu, pemeriksaan kandungan lumpur pada agregat kasar (split) juga dilakukan dengan metode pencucian. Metode ini dilaksanakan dengan cara mengambil sampel agregat yang kemudian dicuci hingga bersih. Setelah proses pencucian, agregat dikeringkan menggunakan oven dan selanjutnya ditimbang. Untuk menentukan kadar lumpur yang terkandung dalam agregat, digunakan rumus sebagai berikut. (Purwanto & Priastiwi, 2012).

$$w_1 = w_{bf} - w_{af} \quad (3)$$

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{w_1}{w_{bf}} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan

W_1 = berat lumpur (gr)

W_{bf} = berat agregat sebelum pencucian (gr)

W_{af} = berat agregat sesudah pencucian (gr)

Pengujian tidak hanya difokuskan pada kadar lumpur, melainkan juga dilakukan terhadap seluruh material yang akan digunakan sebagai bahan penyusun utama beton. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa setiap material memenuhi persyaratan teknis dan standar kelayakan sebelum digunakan dalam perancangan campuran beton (*Job Mix Design*). Serangkaian pengujian terhadap agregat halus maupun agregat kasar dilakukan guna menjamin kualitas serta kesesuaian bahan dalam campuran beton, yang meliputi beberapa pengujian berikut:

- a. Uji Kadar lumpur
- b. Uji berat jenis
- c. Air resapan
- d. Uji gradasi
- e. Uji berat volume
- f. Uji kadar air
- g. Uji abrasi (Untuk agregat kasar)

3. Tahap Pencampuran Material Beton

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan komposisi bahan dalam job mix design yang paling sesuai, sehingga beton yang dihasilkan memiliki kekuatan sesuai dengan yang direncanakan. Pada tahap ini juga dilakukan penambahan bahan aditif tipe *Plasticizer*. Setelah itu, dilakukan pembuatan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur sebagai berikut:

a. Pencampuran Beton

Dalam proses pencampuran bahan beton, diperlukan perhitungan yang tepat terhadap jumlah atau proporsi material yang digunakan. Oleh karena itu, penyusunan *Job Mix Design* sangat penting agar campuran yang dihasilkan sesuai dengan mutu yang dirancang yaitu. *Job Mix Design* (JMD) merupakan sebuah komposisi campuran yang di uji dan ditetapkan oleh laboratorium terpercaya sebagai *Mix Design* awal, material yang diuji berdasarkan material yang dibawa oleh pemohon yang nantinya dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan *Job Mix Formula* (Sukman et al., 2023). Pada penelitian ini, beton dirancang memiliki kuat tekan rencana sebesar $f_c = 20$ MPa. Untuk mencapai kekuatan tersebut, digunakan proporsi material tertentu yang terdiri dari semen, pasir, kerikil, serta bahan tambahan lainnya sesuai dengan hasil perancangan *Job Mix Design*.

Bahan tambah yang digunakan dalam campuran ini adalah Additon H.E yang termasuk jenis plasticizer dengan dosis pemakaian yang relatif besar. Bahan ini berfungsi sebagai plasticizer sekaligus water reducer untuk meningkatkan mutu dan kinerja beton. Penggunaan Additon H.E dapat meningkatkan kelecakan (*workability*) beton serta mengurangi kebutuhan air dalam campuran (Fahri et al., 2025).

b. Uji *Slump Test*

Pengujian *slump test* merupakan metode empiris yang umum digunakan untuk menilai tingkat konsistensi atau kekakuan campuran beton segar guna mengetahui *workability*-nya. Tingkat kekakuan campuran beton menunjukkan jumlah air yang digunakan dalam campuran tersebut (Hidayanto, 2024). Pengujian *slump test* dilakukan dengan cara memasukkan beton segar ke dalam cetakan baja berbentuk kerucut terpancung, kemudian cetakan diangkat secara vertikal sehingga terjadi penurunan pada beton segar. Perbedaan tinggi permukaan beton sebelum dan sesudah cetakan diangkat dinyatakan sebagai nilai *slump*. Semakin besar nilai *slump* yang diperoleh, semakin encer campuran beton segar, yang menunjukkan bahwa beton tersebut semakin mudah untuk dikerjakan (Karim & Meidiani, 2025).

c. Pencetakan Benda Uji Berbentuk Silinder

Berdasarkan SNI 03 – 4810 Proses pembuatan benda uji silinder beton ukuran 30 x 15 cm diawali dengan membersihkan cetakan dan mengoleskan minyak pelumas tipis-tipis pada seluruh bagian dalam cetakan agar beton mudah dilepaskan setelah mengeras. Cetakan kemudian dipasang di atas permukaan yang datar dan kuat agar posisi benda uji tidak miring. Setelah alat siap, dilakukan pencampuran bahan beton berupa semen, agregat halus, agregat kasar, dan air sesuai perbandingan yang telah ditentukan hingga diperoleh adukan yang homogen. Adukan beton kemudian dimasukkan ke dalam cetakan secara bertahap menjadi tiga lapisan dengan tinggi yang hampir sama. Setiap lapisan dipadatkan menggunakan batang baja berdiameter enam belas milimeter dengan cara menusukkan batang secara merata ke seluruh permukaan sebanyak dua puluh lima kali agar udara yang terjebak di dalam beton dapat keluar. Penusukan dilakukan sampai sedikit menembus lapisan di bawahnya sehingga tidak terjadi rongga udara di antara lapisan. Setelah lapisan terakhir terisi dan dipadatkan, permukaan atas benda uji diratakan menggunakan alat roskam hingga sejajar dengan bibir cetakan. Permukaan tidak boleh miring, berlubang, ataupun menonjol. Bila permukaannya kurang, dapat ditambahkan sedikit adukan lalu diratakan

kembali. Setelah itu benda uji diberi tanda atau kode identitas yang memuat keterangan seperti jenis campuran, tanggal pengecoran, dan nomor urut benda uji.

Variasi campuran beton pada penelitian ini terdiri dari delapan (8) jenis, yaitu empat jenis varian beton tanpa aditif dan empat jenis varian beton dengan aditif dosis besar.

4. Perawatan Benda Uji

Proses perawatan beton (curing) dilakukan untuk memastikan bahwa kekuatan dan mutu beton dapat tercapai secara optimal (Saputra et al., 2025). Metode perawatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah water curing atau perawatan dengan pembasahan. Pada metode ini, benda uji dimasukkan ke dalam bak perendaman yang berisi air bersih. Perawatan dengan pembasahan dapat dilakukan melalui beberapa cara, antara lain dengan menempatkan beton segar di dalam ruangan yang lembap, merendam beton segar dalam genangan air, menyelimuti permukaan beton dengan air atau karung basah, serta melakukan penyiraman permukaan beton secara terus-menerus (Fernando et al., 2023).

5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada umumnya, pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada umur standar 28 hari untuk memperoleh nilai kuat tekan rencana. Namun, dalam penelitian ini pengujian hanya dapat dilaksanakan pada umur 3 hari karena keterbatasan waktu atau sumber daya selama pelaksanaan penelitian. Temuan penelitian menunjukkan adanya peningkatan kekuatan beton pada umur 3 hari tetap berpotensi dijadikan acuan terhadap mutu akhir beton, nilai tersebut dikonversi menjadi estimasi kuat tekan pada umur 28 hari dengan Memanfaatkan faktor perkembangan kekuatan beton yang mengacu pada ketentuan PBI 1971 yang diterbitkan oleh (direktorat penyelidikan masalah bangunan). Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh gambaran mengenai potensi kekuatan beton pada umur rencana meskipun pengujian langsung pada umur 28 hari tidak dilakukan.

Pengujian dilakukan pada umur 3 hari, dimana benda uji beton menjalani rangkaian pengujian untuk menentukan kuat tekan serta massa masing-masing Variasi. Penimbangan dilakukan terlebih dahulu untuk memperoleh data pendukung yang diperlukan dalam analisis hasil uji. Selanjutnya, pengujian kuat tekan dilaksanakan dengan bantuan *Compression Testing Machine*, di mana pembebanan diberikan secara bertahap dan terkontrol hingga benda uji mengalami kegagalan atau tidak lagi mampu menahan tambahan beban. Data beban maksimum yang tercatat kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan kuat tekan beton pada umur tersebut. Nilai kuat tekan dihitung menggunakan rumus tertentu, di mana gaya tekan bekerja pada permukaan penampang silinder benda uji dan menghasilkan tegangan tekan merata ($F'c$) di seluruh luas penampang (Purwanto & Priastiwi, 2012). Nilai kekuatan tekan dihitung berdasarkan Standar nasional yang telah diatur (Badan Standarisasi Nasional, 1990) menggunakan persamaan :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (MPA)} \quad (5)$$

Dengan

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

P = Beban aksial (Newton)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

6. Analisa Data

Berdasarkan judul penelitian mengenai pengaruh variasi kadar lumpur pada agregat halus dan penambahan aditif terhadap kuat tekan beton, proses analisis dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang jelas mengenai bagaimana kedua variabel tersebut memengaruhi karakteristik beton yang dihasilkan. Tahap analisis ini selaras dengan tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui sejauh mana kadar lumpur pada agregat halus dan penggunaan aditif dapat meningkatkan kuat tekan beton. Selain mengevaluasi besarnya pengaruh masing-masing variabel, analisis ini juga diarahkan untuk menentukan kombinasi kadar lumpur dan dosis aditif yang mampu menghasilkan kuat tekan beton paling optimal. Dengan membandingkan hasil kuat tekan dari setiap variasi campuran. Hasil interpretasi dari tahap analisis ini menjadi landasan untuk menarik kesimpulan yang komprehensif mengenai perilaku beton terhadap variasi kadar lumpur dan aditif, serta untuk mengidentifikasi komposisi campuran yang memberikan kinerja struktural terbaik.

HASIL

1. Hasil Pengujian Agregat

Dalam uji kuat agregat halus, dimana melalui 4 (empat) jenis variasi pasir yang dibedakan berdasarkan persentase kandungan kadar lumpur, Nilai kadar lumpurnya di hitung menggunakan persamaan 1 dan 2 maka di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Uraian pengujian	Satuan pengujian	Pengujian	
		1	2
tinggi lumpur (h1)	cm	0,3	0,1
tinggi pasir + lumpur sebelum kocokan (ht1)	cm	7,1	7
tinggi pasir + lumpur setelah kocokan (ht2)	cm	7,1	7
tinggi pasir (hp)	cm	6,8	6,9
kadar lumpur	%	4,23	1,42
rata-rata kadar lumpur	%	2,82	

Sumber: Hasil Uji Agregat Halus, 2025

Tabel 2 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Variasi 2

Uraian	Satuan	Pengujian	
		1	2
tinggi lumpur (h1)	cm	2	2,1
tinggi pasir + lumpur sebelum kocokan (ht1)	cm	15	15,3
tinggi total pasir + lumpur setelah kocokan (ht2)	cm	15	15,3
tinggi pasir (hp)	cm	13	13,2
kadar lumpur	%	13,52	13,72
rata-rata kadar lumpur	%	13,52	

Sumber: Hasil Uji Agregat Halus, 2025

Tabel 3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Variasi 3

Uraian	Satuan	Pengujian	
		1	2
tinggi lumpur (h1)	cm	3,6	3,5
tinggi pasir + lumpur sebelum kocokan (ht1)	cm	16,5	16,2
tinggi pasir + lumpur setelah kocokan (ht2)	cm	16,5	16,2
tinggi pasir (hp)	cm	12,9	12,7
kadar lumpur	%	21,82	21,60
rata-rata kadar lumpur	%	21,71	

Sumber: Hasil Uji Agregat Halus, 2025

Tabel 4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus Variasi 4

Uraian	Satuan	Pengujian	
		1	2
tinggi lumpur (h1)	cm	3,9	4,3
tinggi pasir + lumpur sebelum kocokan (ht1)	cm	13	13,6
tinggi pasir + lumpur setelah kocokan (ht2)	cm	13	13,6
tinggi pasir (hp)	cm	9,1	9,3
kadar lumpur	%	30	31
rata-rata kadar lumpur	%	30,81	

Sumber: Hasil Uji Agregat Halus, 2025

Selain itu kadar lumpur pada agregat kasar juga diperiksa untuk memastikan bahwa material tidak mengandung partikel halus berlebih yang dapat mengganggu proses penyatuan antara pasta semen atau agregat. Agregat kasar yang memiliki kadar lumpur tinggi dapat menyebabkan turunnya kualitas beton, karena partikel halus tersebut menutupi permukaan agregat sehingga melemahkan daya lekatnya. Pengujian kadar lumpur dilakukan dengan menimbang berat agregat sebelum dan sesudah proses pencucian, lalu selisih berat tersebut digunakan untuk menghitung persentase kandungan lumpur menggunakan rumus yang telah ditetapkan. Berdasarkan perhitungan yang mengacu pada persamaan 3 dan 4, diperoleh nilai kadar lumpur agregat kasar sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Uraian	Satuan	Pengujian	
		1	2
Berat lumpur (w1)	gr	6	9
Berat agregat setelah cuci (wa)	gr	994	991
Berat agregat sebelum cuci (wb)	gr	1000	1000
Kadar lumpur	%	0,6	0,9
Rata rata kadar lumpur	%	0,75	

Sumber: Hasil Uji Agregat Kasar, 2025

Selain melakukan pengujian terhadap kadar lumpur pada agregat halus dan agregat kasar, penelitian ini juga mencakup serangkaian pemeriksaan lainnya seperti pengujian berat jenis dan gradasi. Data hasil pengujian tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik material yang digunakan. Seluruh data yang dihasilkan dari proses pengujian kemudian dijadikan acuan utama dalam penyusunan *Job Mix Design*, sehingga perencanaan proporsi campuran beton dapat disesuaikan dengan standar mutu yang berlaku dan mampu menghasilkan beton dengan performa yang optimal. Untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas, seluruh hasil uji pendukung tersebut disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Pengujian Agregat Halus

Nama Pengujian	Hasil Pengujian
1. Berat jenis	
Variasi 1	2,268
Variasi 2	2,326
Variasi 3	2,375
Variasi 4	2,532
2. Gradasi	
Variasi 1	2,284
Variasi 2	2,141
Variasi 3	2,019
Variasi 4	1,889

Sumber: Hasil Uji Agregat Halus, 2025

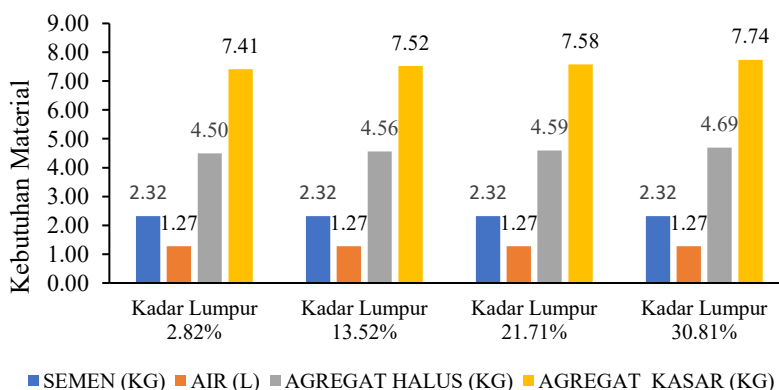
Tabel 7 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Nama Pengujian	Hasil Pengujian
1	Berat jenis	2,544
2	Gradasi	7,587

Sumber: Hasil Uji Agregat Kasar, 2025

2. Hasil *Job Mix Design*

Perhitungan serta analisis campuran beton harus dilakukan dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia guna memastikan bahwa komposisi gabungan yang dihasilkan sesuai dengan desain yang direncanakan Badan Standarisasi Nasional (BSN, 2000). Dalam penelitian ini, perhitungan proporsi gabungan beton dilakukan dengan memanfaatkan agregat halus yang memiliki kadar lumpur bervariasi. Selain itu, setiap gabungan yang menambahkan bahan aditif di berikan dosis besar yang ditetapkan untuk meningkatkan *Workability* dan performa beton. Seluruh proses perhitungan mengikuti ketentuan Standar Nasional Indonesia agar diperoleh komposisi material yang tepat untuk menghasilkan 1 m³ beton dengan kuat tekan rencana $f_c = 20$ Mpa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Campuran Beton

Sumber: Hasil *Job Mix Design*, 2025

Campuran Variasi kadar lumpur dan penggunaan aditif bertujuan untuk melihat pengaruh keduanya terhadap kebutuhan material serta mutu beton yang dihasilkan. Dosis aditif dan kebutuhan air karena aditif yang digunakan dapat di lihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 8 Dosis Aditif

Takaran Aditif Pada Setiap Variasi	Angka	Satuan
Dosis 200 ml per zak/50 kg semen dan	200/50	ml/kg
Mengurangi air adukan sampai 20 %	4	ml/kg
Kebutuhan aditif setiap 1m ³	1345,45	ml

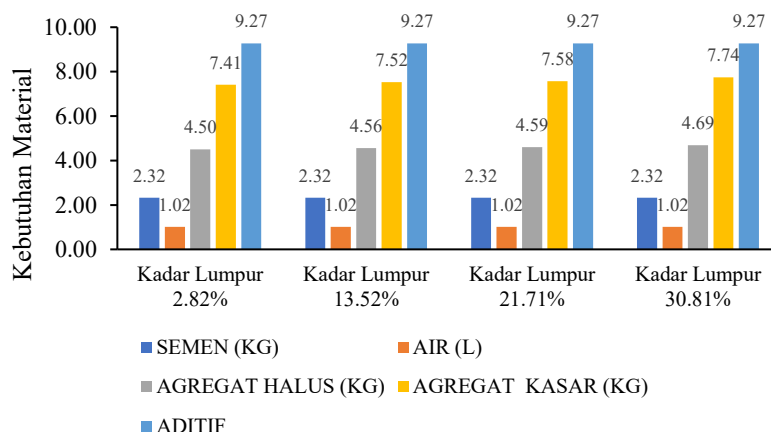
Sumber: Hasil Perhitungan Kebutuhan Aditif, 2025

Tabel 9 Pengurangan Air Akibat Penambahan Aditif

Takaran Aditif Pada Setiap Variasi	Angka	Satuan
Dosis 200 ml per zak/50 kg semen dan	20	%
Mengurangi air adukan sampai 20 %	37	%
Kebutuhan air setiap 1m ³	148	liter

Sumber: Hasil Perhitungan Kebutuhan Air, 2025

Berdasarkan perhitungan, diperoleh proporsi material dan aditif yang diperlukan untuk pembuatan 1 m³ beton. Proporsi ini sekaligus digunakan sebagai acuan kebutuhan bahan pada setiap variasi beton dengan kuat tekan rencana $f_c = 20$ MPa. Rincian proporsi tersebut disajikan pada gambar berikut, sehingga mempermudah pemantauan dan pengendalian mutu dalam proses pembuatan beton.

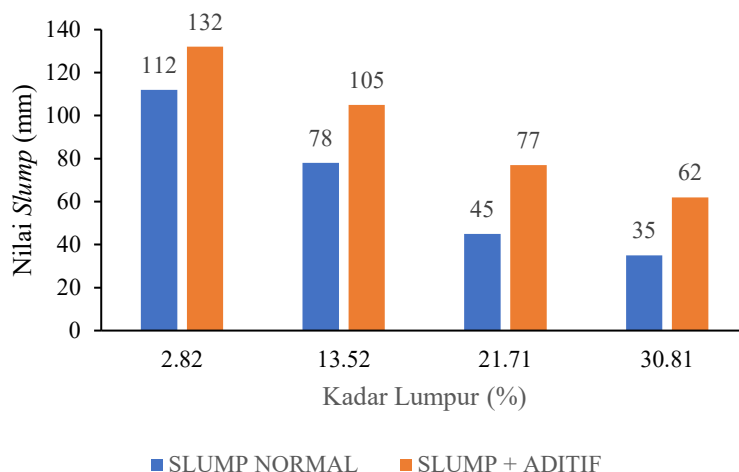


Gambar 2. Campuran Beton + Aditif

Sumber: Hasil Uji *Job Mix Design*, 2025

3. Uji Slump Test

Uji slump dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan pengerjaan beton (*workability*) pada setiap variasi campuran (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Berikut hasil pengujian *slump test* dari masing masing variasi:



Gambar 3. Hasil Pengujian *Slump Test*

Sumber: Hasil Uji *Slump Test*, 2025

Pada gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa Variasi 1 dengan kadar lumpur 2,82% memiliki nilai *slump* 112 mm pada campuran tanpa aditif. Nilai ini masih sesuai dengan *slump* yang ditargetkan. Setelah ditambahkan aditif, nilai *slump* meningkat menjadi 132 mm, sehingga campuran menjadi lebih mudah dikerjakan. Pada Variasi 2 dengan kadar lumpur 13,52%, nilai *slump* tanpa aditif turun menjadi 78 mm, menunjukkan bahwa lumpur mulai memengaruhi kecacakan *workability* campuran. Namun setelah diberi aditif, *slump* naik menjadi 105 mm, yang menunjukkan bahwa aditif mampu mengembalikan *workability* yang hilang akibat peningkatan kadar lumpur. Pada Variasi 3 dengan kadar lumpur 21,71%, campuran tanpa aditif hanya menghasilkan nilai *slump* 45 mm, yang menandakan beton semakin kaku dan sulit dikerjakan. Penambahan aditif meningkatkan *slump* menjadi 77 mm, sehingga beton kembali memiliki kemampuan alir sedikit lebih baik. Pada Variasi 4 dengan kadar lumpur paling tinggi yaitu 30,81%, nilai *slump* tanpa aditif mencapai 35 mm, yang merupakan nilai terendah dan menunjukkan *workability* yang sangat rendah. Setelah diberi aditif, *slump* naik menjadi 62 mm, memperlihatkan bahwa aditif tetap efektif meskipun kondisi agregat sangat buruk. Secara keseluruhan, setiap variasi menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar lumpur, *slump* tanpa aditif semakin turun, sedangkan penggunaan aditif secara konsisten meningkatkan nilai *slump*, sehingga campuran beton lebih mudah dituang, diratakan, dan dipadatkan.

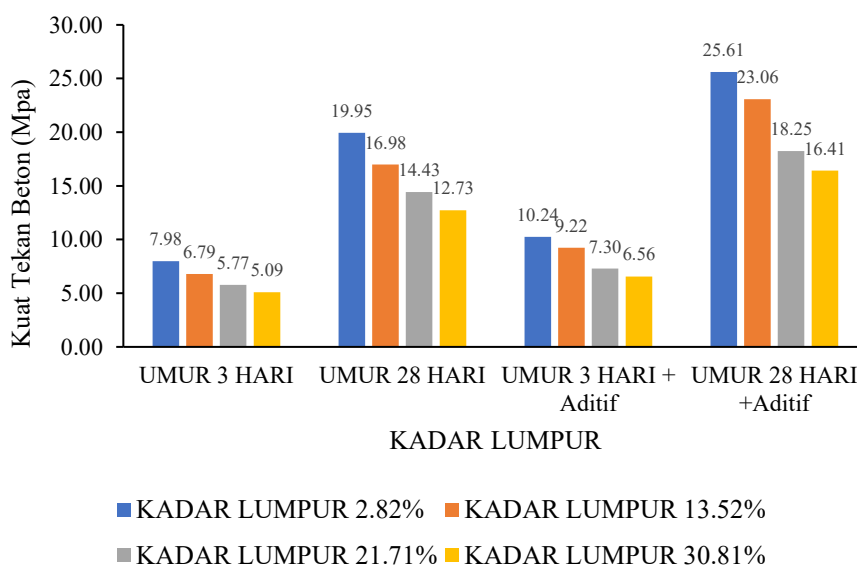
4. Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah salah satu indikator utama untuk menilai kualitas dan performa beton. Semakin tinggi nilai kuat tekan, semakin baik mutu beton yang diperoleh. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan pada umur 3 hari, kemudian hasilnya dikonversi menjadi nilai kuat tekan pada umur 28 hari sesuai dengan standar PBI 1971. Perhitungan kuat tekan dilakukan menggunakan Persamaan (5), sementara rekapitulasi hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 10 dan Gambar 4 untuk memberikan gambaran lengkap mengenai kinerja beton yang diuji.

Tabel 10 Hasil Uji Tekan Beton

Variasi Benda Uji	Berat Rata – Rata Benda Uji (Gram)	Gaya Tekan Rata – Rata Benda Uji		Luas Penampang Benda Uji (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)	
		(Kn)	(N)		Umur 3 hari	Konversi umur 28 hari
2,82%	12135	141	141000	17671	7,98	19,95
13,52%	11945	120	120000	17671	6,79	16,98
21,71%	11560	102	102000	17671	5,77	14,43
30,81%	11311	90	90000	17671	5,09	12,73
2,82% + Aditif	12221	181	181000	17671	10,24	25,61
13,52% + Aditif	11965	163	163000	17671	9,22	23,06
21,71% + Aditif	11666	129	129000	17671	7,30	18,25
30,81% + Aditif	11579	116	116000	17671	6,56	16,42

Sumber: Hasil Uji Kuat Tekan Beton, 2025



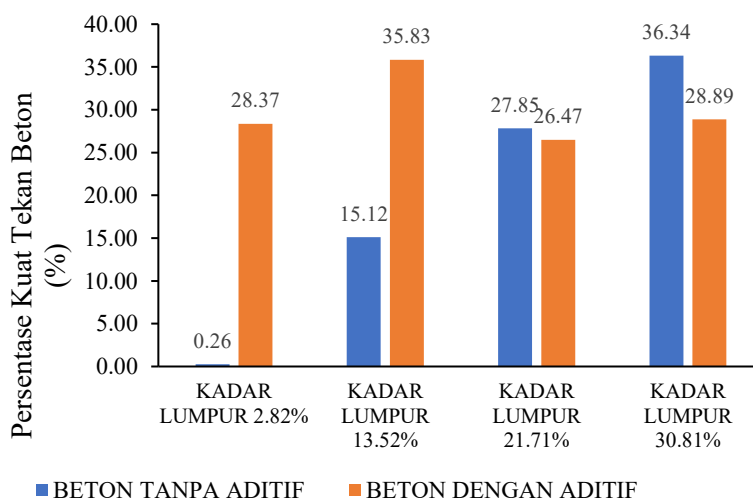
Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil Uji Kuat Tekan Beton, 2025

Mengacu pada tabel 10 dan gambar 4 Analisis hasil dari uji kuat tekan beton, dimana hasil dari tekanan beton bahwa adanya korelasi negatif yang kuat, di mana peningkatan kadar lumpur pada agregat halus berbanding terbalik dengan perkembangan kekuatan struktural beton pada umur 3 hari dan 28 hari. Secara spesifik, pada beton yang diracik tanpa aditif, peningkatan kadar lumpur dari kadar kontrol 2,82% hingga kadar berlebih ekstrem 30,81% menyebabkan penurunan kuat tekan umur 28 hari secara substansial dari nilai hampir target 19,95 MPa hingga mencapai titik terendah 12,73 MPa, menunjukkan bahwa kontaminasi lumpur secara signifikan mengganggu proses hidrasi dan ikatan semen-agregat sehingga menghambat pencapaian kekuatan akhir yang direncanakan. Namun, implementasi aditif *plasticizer* (Additon H.E) berfungsi sebagai mekanisme mitigasi yang sangat efektif, terbukti secara konsisten meningkatkan laju pertumbuhan dan capaian kuat tekan di semua variasi kadar lumpur. Hasil paling optimal terjadi pada kadar lumpur 2,82% yang kuat tekannya didorong melampaui target rencana hingga 25,61 MPa pada umur 28 hari, sedangkan pada kadar lumpur tertinggi 30,81%, aditif berhasil memulihkan kekuatan secara signifikan dari 12,73 MPa menjadi 16,42 MPa, sebuah peningkatan performa struktural yang krusial, yang secara kolektif menegaskan bahwa penambahan aditif adalah solusi rekayasa material yang efektif untuk mengkompensasi dan mengoptimalkan kinerja kuat tekan beton, bahkan ketika diproduksi menggunakan agregat halus yang kualitasnya berada jauh di bawah standar yang disyaratkan. Hasil penelitian ini menunjukkan selaras dengan studi yang dilakukan oleh Ridho dkk. (2025), yang merupakan dasar atau acuan utama dari penelitian ini. Pada penelitian sebelumnya, peneliti mengamati bahwa kadar lumpur 5% sudah mulai menurunkan kualitas beton secara signifikan.

Penelitian ini memperluas temuan tersebut dengan menguji kondisi yang lebih ekstrem hingga kadar lumpur 30,81%. Data menunjukkan bahwa meskipun kadar lumpur sangat tinggi, penggunaan aditif *Additon H.E* tetap memberikan dampak positif dalam pemulihan kuat tekan beton, sebagaimana yang juga ditemukan pada dosis aditif menengah dalam penelitian Ridho dkk (2025). Hal ini memperkuat teori dari Romadhon (2021) bahwa meskipun lumpur menghambat ikatan antara pasta semen dan agregat, rekayasa bahan tambah (aditif) dapat memitigasi penurunan mutu tersebut hingga mendekati target rencana $f'c = 20$ MPa.

Dari hasil analisis uji kuat tekan tersebut di dapatkan persentase penurunan kuat tekan beton akibat persentase kadar lumpur dan peningkatan kuat tekan beton akibat penambahan aditif dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Persentase Penurunan Dan Peningkatan Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil Uji Kuat Tekan Beton, 2025

Dari gambar tersebut dapat dilihat perbedaan antara performa persentase yang nilai signifikan antara beton tanpa aditif dan beton dengan aditif, pada variasi kadar lumpur 2,82% menyebabkan penurunan kuat tekan sebesar 0,26%, penurunan ini sangat kecil karena masih di bawah batas standar yaitu 5%, pada kadar lumpur 13,52%, menyebabkan penurunan kuat tekan sebesar 15,12%, terjadi lonjakan penurunan yang signifikan saat kadar lumpur naik menjadi 13,52%, Sedangkan pada kadar lumpur 21,71% menyebabkan penurunan kuat tekan sebesar 27,85%, akibat meningkatnya persentase kadar lumpur kuat tekan beton semakin menurun, dan pada Kadar Lumpur 30,81% menyebabkan penurunan kuat tekan tertinggi sebesar 36,34%, dengan demikian pengaruh kadar lumpur tinggi menyebabkan kuat tekan beton menurun sangat signifikan. Penambahan aditif memberikan dampak positif berupa meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan dengan beton tanpa aditif pada setiap varian kadar lumpur. Pada Kadar lumpur 2,82% + aditif menyebabkan peningkatan kuat tekan sebesar 28,37% Peningkatan kekuatan yang sangat besar karena kadar lumpur awalnya sangat rendah, pada kadar lumpur 13,52% + aditif menyebabkan peningkatan

kuat tekan sebesar 35,83%, terjadi peningkatan tertinggi pada variasi ini, yang secara efektif menutupi penurunan akibat lumpur sebesar 15,12%, pada kadar lumpur 21,71% + aditif menyebabkan peningkatan kuat tekan sebesar 26,47% pada umur 3 hari dan 28 hari. Meskipun kadar lumpur semakin tinggi, aditif tetap mampu meningkatkan kekuatan di atas 25% dan pada kadar lumpur 30,81% + aditif menyebabkan peningkatan kuat tekan sebesar 28,89%. Jadi Aditif tetap bekerja secara stabil meskipun kondisi beton memiliki kadar lumpur yang sangat tinggi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan utama pada metode pengujian kuat tekan yang hanya dilakukan pada umur 3 hari dan dikonversi ke umur 28 hari menggunakan tabel konversi PBI 1971. Meskipun metode konversi ini memberikan estimasi awal yang cepat, nilai tersebut tidak merepresentasikan kekuatan aktual beton pada umur matang (28 hari) secara absolut. Selain itu, penelitian ini belum meninjau dampak jangka panjang kadar lumpur terhadap durabilitas beton, seperti ketahanan terhadap sulfat atau susut beton.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa peningkatan kadar lumpur terhadap agregat halus berpengaruh negatif secara signifikan terhadap kualitas beton mutu $f_c = 20$ MPa, di mana semakin tinggi kadar lumpur maka nilai *slump* dan kuat tekan akan semakin menurun. Analisis data menunjukkan bahwa kadar lumpur ekstrem (30,81%) tanpa penggunaan bahan tambah mengakibatkan kegagalan mutu beton hingga 36,34% dari target rencana. Namun, penggunaan aditif *Additon H.E* terbukti efektif sebagai solusi teknis untuk memitigasi dampak lumpur, sehingga mampu memperbaiki stabilitas campuran dan meningkatkan kekuatan tekan beton kembali mendekati standar mutu yang direncanakan. Sebagai keterbatasan, penelitian ini menggunakan metode konversi umur 3 hari ke 28 hari sesuai PBI 1971, sehingga disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian langsung pada umur 28 hari guna mendapatkan data durabilitas yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Audriyana, N., Supriyadi, I., Teknik Sipil, J., & Negeri Jakarta Jl GA Siwabessy, P. D. (2023). Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- Cozy, Z., & Saelan, P. (2019). Tinjauan Ulang Mengenai Kadar Maksimum Lumpur Pasir dalam Campuran Beton Cara SNI.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 6369:2008 – Tata Cara Pembuatan Keping untuk Benda Uji Silinder Beton. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974:2011 – Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971). Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Fahri, T. M., Ridha, M. A., & Hutasuhut, S. H. (2025). Perancangan *Job Mix Design* untuk Uprating Kapasitas IPA Sunggal Menjadi 400 Liter Per Detik. In *Journal Scientific of Mandalika* (j-sm) e-ISSN (Vol. 6, Issue 4).
- Fernando, V., Hunggurami, E., & Sir, T. M. W. (2023). Pengaruh Perawatan Beton (*Curing*) Menggunakan *Water Curing* Dan *Membrane Curing* Terhadap Kuat Tekan Beton. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 12, Issue 2).
- Hamdani, H., Zarkasi, A., Fitrayudha, A., Gede Anaga Akhsae, I., Marsha Duta Pratama, K., Author, C., & Info, A. (2025). Online Copyright © 2025. *Journal La Multiapp*, 06, 2025. <https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i3.394>
- Hidayanto. (2024). Pengaruh Nilai Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Katalis Dan Non Katalis. 3(3), 185–190. <https://doi.org/10.55123>
- Karim, A., & Meidiani, S. (2025). Studi Eksperimen Kombinasi Nilai *Slump* Tes Dengan Fas Tetap Pada Pembuatan Beton Normal $F_c' 25$ Mpa. www.teknika-ftiba.info
- Prastya, A., Yusno, Z., Ramli, W., Yunarto, A., & Kuswandi, R. (2025). Analisis Kandungan Lumpur Dan Organik Pada Pasir Kulim-Duri. In *Jps* (Vol. 7, Issue 2).
- Purwanto, & Priastiwati. (2012). Pengaruh Kadar Lumpur Pada Agregat Halus Dalam Mutu Beton.
- Romadhon, E. S. (2021). Pengaruh Lumpur Pada Pasir Terhadap Kekuatan Beton. In *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur* (Vol. 20, Issue 2).
- Sudjatmiko, A., & Zhuhur, M. (2019). Simposium Nasional RAPI XVIII-2019 FT UMS.
- Sukman, Andi Ahdan Amir, & Suprianto. (2023). Analisa Pembuatan *Job Mix Formula* (JMF) Terhadap *Job Mix Design* (JMD) Aspal Lapis Antara (Ac-Bc) Pada Proyek Pengaspalan Jalan Lamundre-Wawoli Kab. Kolaka Sulawesi Tenggara (Vol. 01, Issue 01). <https://jurnal.unusultra.ac.id/index.php/jibtek/index>
- Syarifunnaji Ridho, Hafiz Hamdani, Adryan Fitrayudha, & Hariyadi. (2025). Studi Kuat Tekan Beton Pada Agregat Halus Dengan Kadar Lumpur Berlebih Menggunakan Penambahan Bahan Aditif-3 (1).
- Saputra, E. D., Misdalena, F., & Zain, A. (2025). Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(2), 571. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v8i2.883>