

# PENGARUH PEMANFAATAN PASIR BESI SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Haki Yusdinar<sup>1</sup>, Ruslan Efendi<sup>2</sup>, Dede Muhamad Jihad<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program studi Teknik Sipil, Politeknik Sukabumi

<sup>1</sup>muhamadjihaddede@gmail.com

---

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan pasir besi Pantai Karang Bolong sebagai pengganti agregat halus pada beton mutu normal dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Persentase substitusi pasir besi yang digunakan yaitu 0%, 25%, 50%, dan 100% dari total kebutuhan agregat halus. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan membuat 12 benda uji beton silinder berukuran 15 × 30 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari menggunakan Compression Testing Machine (CTM) sesuai prosedur standar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton normal tanpa substitusi pasir besi memiliki kuat tekan tertinggi yaitu 28,70 MPa. Pada substitusi 25% pasir besi, kuat tekan menurun menjadi 26,69 MPa atau sekitar 7% lebih rendah dibanding beton normal. Variasi 50% menghasilkan kuat tekan sebesar 28,54 MPa dengan penurunan sangat kecil yaitu 0,54%, sehingga dianggap sebagai komposisi yang paling mendekati performa beton normal. Sementara itu, substitusi penuh 100% pasir besi menghasilkan kuat tekan 27,16 MPa atau mengalami penurunan sekitar 5,38%. Berdasarkan hasil tersebut, pemanfaatan pasir besi sebagai pengganti agregat halus masih layak diterapkan pada beton mutu normal, terutama hingga kadar 50%. Namun, peningkatan kadar pasir besi tidak selalu meningkatkan kuat tekan beton sehingga diperlukan penelitian lanjutan mengenai karakteristik fisik dan mineral pasir besi untuk memperoleh komposisi yang lebih optimal.

**Kata kunci :** beton, pasir besi, kuat tekan beton, workability, agregat halus

## *abstrak*

*This research was conducted to determine the effect of utilizing iron sand from Karang Bolong Beach as a fine aggregate replacement in normal concrete with a planned compressive strength of 20 MPa. The substitution percentages used were 0%, 25%, 50%, and 100% of the total fine aggregate. The study applied an experimental laboratory method by preparing 12 cylindrical concrete specimens measuring 15 × 30 cm. Compressive strength testing was carried out at 7, 14, and 28 days using a Compression Testing Machine (CTM) according to standard procedures. The results showed that normal concrete without iron sand substitution achieved the highest compressive strength of 28.70 MPa. At the 25% substitution level, compressive strength decreased to 26.69 MPa, approximately 7% lower than the normal mix. The 50% substitution produced a compressive strength of 28.54 MPa with only a slight decrease of 0.54%, making it the closest result to the reference concrete. Meanwhile, full substitution (100%) resulted in a compressive strength of 27.16 MPa, decreasing by about 5.38%. Based on these findings, the utilization of iron sand as a fine aggregate replacement is still feasible for normal-strength concrete applications, particularly up to a 50% substitution level. However, increasing the proportion of iron sand does not consistently improve compressive strength, indicating the need for further research on physical and mineral characteristics of iron sand to achieve a more optimal mixture composition and better concrete performance.*

**Keywords:** concrete, iron sand, compressive strength, workability, fine aggregate

---

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan beton dalam konstruksi terus meningkat seiring berkembangnya kebutuhan infrastruktur yang kuat, efisien, dan ekonomis. Salah satu komponen utama penyusun beton adalah agregat halus yang umumnya berasal dari pasir alam. Namun, ketersediaan pasir alami kini semakin berkurang akibat eksploitasi berlebihan, sehingga memengaruhi harga dan kontinuitas pasokan di lapangan. Kondisi ini mendorong perlunya alternatif material yang dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus dalam pembuatan beton. Salah satu material yang berpotensi dimanfaatkan adalah pasir besi, terutama karena kandungan mineral logamnya yang cukup tinggi, sifat kekerasan yang baik, serta ketersediaannya yang melimpah di wilayah pesisir Indonesia, termasuk di Pantai Karang Bolong. Pemanfaatan pasir besi sebagai bahan konstruksi diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengurangi ketergantungan terhadap pasir alam dan meningkatkan nilai tambah limbah atau sumber daya lokal.

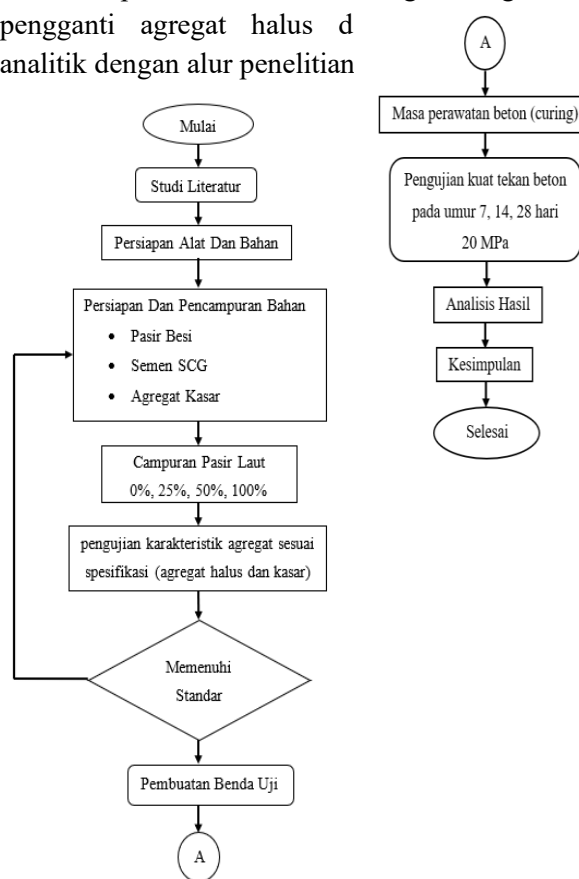
Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait pemanfaatan pasir besi sebagai bahan pengganti agregat halus dalam campuran beton. Beberapa hasil menunjukkan bahwa pasir besi mampu meningkatkan densitas dan ketahanan beton, namun efeknya terhadap kuat tekan bervariasi bergantung pada kadar substitusi yang digunakan. Penelitian oleh (Fuad, 2021) menyatakan bahwa penggunaan pasir besi sebesar 30–50% dapat meningkatkan kuat tekan beton. Sementara penelitian lain oleh (Pratama, 2021) menunjukkan penurunan kuat tekan pada kadar substitusi tinggi akibat perubahan gradasi dan karakteristik permukaan agregat. Dengan demikian, hasil penelitian sebelumnya menunjukkan adanya perbedaan respon mekanis sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk menentukan batas optimum komposisi pasir besi dalam campuran beton. Temuan ini menjadi dasar *state of the art* bahwa pemanfaatan pasir besi masih memerlukan validasi teknis yang lebih spesifik berdasarkan sumber material dan parameter campuran.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi pasir besi Pantai Karang Bolong sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton mutu normal pada variasi 0%, 25%, 50%, dan 100%. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada sumber material pasir besi yang memiliki karakteristik lokal berbeda, serta fokus pada identifikasi komposisi

optimum yang memberikan performa kuat tekan paling mendekati beton normal. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam pemanfaatan sumber daya material lokal sekaligus memperkecil kesenjangan penelitian terkait batas optimum substitusi pasir besi yang masih menjadi gap ilmiah dalam pengembangan material beton alternatif.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis kuat tekan beton mutu normal dengan substitusi pasir besi Pantai Karang Bolong sebagai pengganti agregat halus dan dianalisis dengan alur penelitian



Gambar 1. Bagan alir penelitian

penelitian kali ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan beton rencana  $f'c = 20$  Mpa sebagai kontrol dan beton eksperimen yang menggunakan substitusi pasir besi. Pada penelitian kali ini digunakan variasi substitusi pasir besi yaitu 0%, 25%, 50% dan 100% dari jumlah agregat halus. Pengujian dilakukan saat beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan

menggunakan cetakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm, dengan total 12 benda uji.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan pasir besi. Agregat halus yang digunakan memiliki kehalusan 4.87. Air yang digunakan harus bersih untuk memastikan kualitas beton yang baik. Mix design yang digunakan pada penelitian kali ini mengacu pada ACI 211.1-91.

Proses *curing* (perawatan) dilakukan dengan meendam sampel dalam bak air selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari untuk mengoptimalkan kuat tekan beton.

### A. Metode Analitik

Pada penelitian kali ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan beton rencana  $f_c = 20$  MPa sebagai kontrol dan beton eksperimen yang menggunakan substitusi pasir besi. Pada penelitian kali ini digunakan variasi substitusi limbah batu granit yaitu 0%, 25%, 50% dan 100% dari jumlah agregat halus.

### B. Mix Design Concrete (perancangan beton)

Perancangan beton yang digunakan pada penelitian kali ini mengacu pada ACI 211.1-91. Setelah melakukan beton didapatkan untuk kebutuhan  $1\text{m}^3$  beton dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Table 1. Perancangan beton (mix design concrete) untuk 1 m<sup>3</sup> beton**

PERANCANGAN BETON					
Penambahan Granit 0%			Penambahan Granit 25%		
Semen	2.14	kg/m <sup>3</sup>	Semen	2.14	kg/m <sup>3</sup>
Agregat Kasar	6.20	kg/m <sup>3</sup>	Agregat Kasar	6.20	kg/m <sup>3</sup>
Pasir Besi	0.00	kg/m <sup>3</sup>	Pasir Besi	1.08	kg/m <sup>3</sup>
Agregat Halus	4.34	kg/m <sup>3</sup>	Agregat Halus	3.25	kg/m <sup>3</sup>
Air	1.43	kg/m <sup>3</sup>	Air	1.43	kg/m <sup>3</sup>
Penambahan Granit 50%			Penambahan Granit 100%		
Semen	2.14	kg/m <sup>3</sup>	Semen	2.14	kg/m <sup>3</sup>
Agregat Kasar	6.20	kg/m <sup>3</sup>	Agregat Kasar	6.20	kg/m <sup>3</sup>
Pasir Besi	2.17	kg/m <sup>3</sup>	Pasir Besi	4.34	kg/m <sup>3</sup>
Agregat Halus	2.17	kg/m <sup>3</sup>	Agregat Halus	0.00	kg/m <sup>3</sup>
Air	1.43	kg/m <sup>3</sup>	Air	1.43	kg/m <sup>3</sup>

### C. Alat Pengujian

Alat yang digunakan untuk membantu pembuatan campuran benda uji beton sebagai berikut :

- a. Timbangan

Untuk mengukur berat material yang akan digunakan

- b. *Bak adukan*

Digunakan untuk pengadukan material pembentuk beton

- c. Cetakan silinder

Untuk membentuk beton menjadi silinder yang digunakan dalam uji kuat tekan beton

- d. Kerucut abram

Sebagai alat untuk pengujian slump beton segar

- e. Batang penumbuk

Sebagai penumbuk pada saat beton segar dimasukan ke dalam kerucut abram

- f. Pan/ wadah

Sebagai penyimpanan material sebelum dilakukan pengadukan dan sebagai penyimpanan beton segar sebelum dimasukan ke dalam cetakan

- g. Mold

Digunakan untuk pengujian bobot isi beton segar

- h. Ruskam

Digunakan untuk meratakan permukaan beton saat dimasukan ke dalam cetakan

- i. Mesin kuat tekan

Digunakan untuk menguji kuat tekan beton silinder

### D. Material Pengujian

Material yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

- a. Pasir yang digunakan adalah pasir cimangkok dari cianjur.
- b. Agregat kasar yang digunakan merupakan batu kerikil dari jebrod cianjur.

- c. Semen yang digunakan adalah semen PCC merek semen SCG.
- d. Pasir besi yang di ambil dari pesisir pantai karang bolong.
- e. Air yang di gunakan air yang ada di sekitar lab kampus politeknik sukabumi.

- j. Setelah beton selesai di curing selama 3 hari, 14 hari dan 28 hari, maka beton dilakukan pengujian kuat tekan beton.
- k. Analisis data.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menguji beberapa parameter untuk mengevaluasi pengaruh substitusi pasir besi sebagai substitusi agregat halus terhadap sifat beton, termasuk pengujian agregat halus, agregat kasar dan pasir besi.

#### E. Tahapan Penelitian

Proses penelitian dilakukan secara bertahap, dengan urutan pelaksanaan sebagai berikut:

- a. Persiapan peralatan dan material untuk pengujian karakteristik masing-masing material
- b. Melakukan uji pendahuluan material agregat halus, agregat kasar, pasir besi, dan semen.
- c. Jika semua material sudah sesuai dengan spesifikasi maka selanjutnya melakukan perancangan beton dengan menggunakan metode ACI 211.1-91 untuk mengetahui jumlah kebutuhan beton untuk 1 m<sup>3</sup>.
- d. Mempersiapkan kebutuhan alat dan material kemudian, timbang material sesuai dengan komposisi campuran setiap variasi.
- e. Lakukan pengadukan dengan memasukan semua material ke dalam bak adukan sampai homogen dan menjadi beton segar.
- f. Lakukan pengujian slump test pada beton segar.
- g. Tuangkan beton segar ke dalam cetakan hingga penuh dan tumbuk untuk setiap 1/3 beton yang di tuangkan ke dalam cetakan agar rongga pada beton tidak terlalu banyak, kemudian ratakan permukaan beton menggunakan ruskam.
- h. Diamkan beton selama 24 jam agar beton mengeras dan mudah dilepaskan dari cetakan.
- i. Kemudia curing beton dengan cara merendam di bak beton selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

#### A. Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus pasir sebagai material pembentuk beton untuk memastikan bahwa pasir yang digunakan memiliki kualitas yang baik dan tidak mengandung lumpur yang tinggi agar dapat menghasilkan beton yang kuat. Pengujian agregat halus mencakup uji analisa ayak, uji berat jenis dan penyerapan, uji kadar lumpur, uji kadar air, dan uji bobot isi.

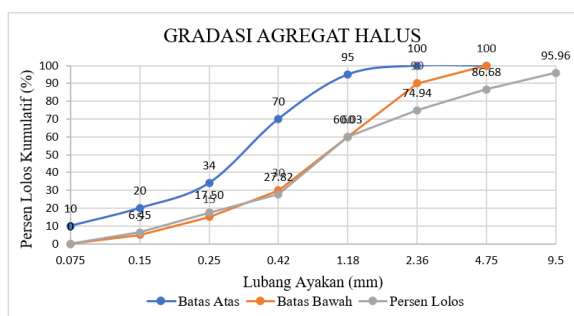
Agregat halus dinyatakan memenuhi standar dan layak untuk dipakai dalam pembuatan beton adalah agregat halus yang memenuhi spesifikasi. Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat padat **Tabel 2** dan kurva gradasi agregat halus bisa dilihat pada **Gambar 2**.

**Table 2. Rekapitulasi pengujian agregat halus**

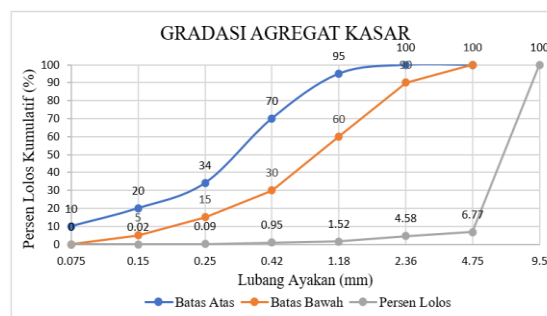
No	Jenis Pengujian	Satuan	Standar Uji	Hasil
1	Kadar Lumpur		SNI 03-4142-1996	2.69
2	Kadar Air		SNI 1971-2011	2.04
3	Bobot isi Gembur		SNI 03-4804-1998	1.496
	Bobot isi Padat			1.363
4	Analisa Saringan		SNI03-1970-1990	
	Ukuran ayakan			Lolos Kumulatif
	3/8	%		95.96
	4	%		85.68
	8	%		74.94
	16	%		60.03
	30	%		27.82
	50	%		17.5
	100	%		6.45
	200	%		0
	Fineses Modulus (FM)			4.87
5	Berat Jenis	gram	SNI 03-1970-1990	
	Berat Jenis (bulk)	gram		2.5
	Berat Jenis Permukaan Jenuh	gram		2.5

Berat Jenis Semu	gram	2.7
Penyerapan Air	%	3.9

		1990	
Berat Jenis (bulk)	gram		2.4
Berat Jenis Permukaan Jenuh	gram		2.5
Berat Jenis Semu	gram		2.7
Penyerapan Air	%		4.75



Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus



Gambar 3. Grafik gradasi agregat kasar

### B. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan salah satu material pembentuk beton yang harus di uji terlebih dahulu untuk mengetahui agregat kasar yang dipakai memenuhi standar dan layak untuk dipakai dalam pembuatan beton. Pengujian agregat kasar meliputi analisa ayak gradasi agregat kasar, berat jenis dan penyerapan, uji kadar lumpur, uji kadar air dan uji bobot isi.

Agregat kasar dinyatakan memenuhi standar dan layak untuk dipakai dalam pembuatan beton adalah agregat kasar yang memenuhi spesifikasi SNI 03-1970-1990. Hasil pengujian agregat kasar split dapat dilihat pada **Tabel 3** dan kurva gradasi agregat kasar dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Table 3. Rekapitulasi pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian	Satuan	Standar Uji	Hasil
1	Kadar Lumpur		SNI 03-4142-1996	5.81
2	Kadar Air		SNI 1971-2011	1.11
3	Bobot isi Gembur		SNI 03-4804-1998	1.385
	Bobot isi Padat			1.566
4	Analisa Saringan		SNI03-1970-1990	
	Ukuran ayakan			Lolos Kumulatif
	3/8	%		6.77
	4	%		4.58
	8	%		1.52
	16	%		0.95
	30	%		0.09
	50	%		0.02
	100	%		0
	200	%		0
	Ukuran Butir Maksimum			19
5	Berat Jenis	gram	SNI 03-1970-	

### C. Pengujian Pasir Besi

Pasir besi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah pesisir Pantai Karang Bolong, Sukabumi. Sebelum digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus dalam campuran beton, pasir besi terlebih dahulu dilakukan proses pengujian karakteristik sesuai standar SNI 03-1970-1990. Pengujian ini meliputi analisa saringan, kadar air, kadar lumpur, bobot isi, serta berat jenis.

Hasil pengujian pasir besi dapat dilihat pada **Tabel 4** dan kurva gradasi agregat kasar dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Table 4. Rekapitulasi pengujian pasir besi

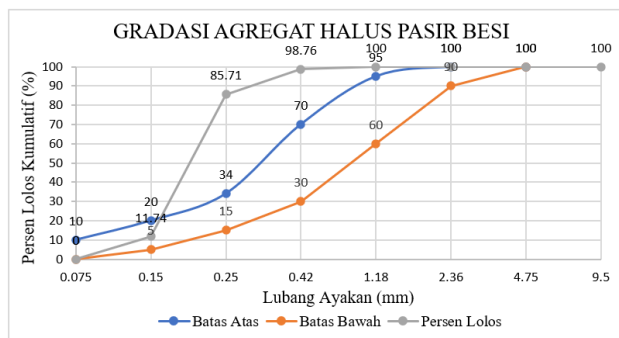
No	Jenis Pengujian	Satuan	Standar Uji	Hasil
1	Kadar Lumpur		SNI 03-4142-1996	0.17
2	Kadar Air		SNI 1971-2011	1.04
3	Bobot isi Gembur		SNI 03-4804-1998	2.581
	Bobot isi Padat			2.862
4	Analisa Saringan		SNI03-1970-1990	
	Ukuran ayakan			Lolos Kumulatif
	3/8	%		100
	4	%		100
	8	%		100
	16	%		100
	30	%		98.76
	50	%		85.71
	100	%		11.14

	200	%		0
	Fineses Modulus (FM)			5.09
5	Berat Jenis	gram	SNI 03-1970-1990	
	Berat Jenis (bulk)	gram		2.7
	Berat Jenis Permukaan Jenuh	gram		2.7
	Berat Jenis Semu	gram		2.8
	Penyerapan Air	%		1.3

workability yang disyaratkan, sehingga penggunaan pasir besi tetap layak dari segi kemudahan pengerjaan. Secara umum, pasir besi masih memungkinkan digunakan sebagai substitusi agregat halus dalam beton mutu normal dengan proporsi optimum hingga 50% agar tetap efisien, layak secara teknis, dan memenuhi persyaratan kekuatan beton.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Pasir Besi Pantai Karang Bolong Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton.” Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Haki Yusdinar, S.T, S.M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Politeknik Sukabumi sekaligus Pembimbing I, serta kepada Bapak Ruslan Efendi, S.Sn., M.Ds. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan selama penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Sipil serta pihak Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Sukabumi yang telah membantu menyediakan fasilitas dan mendampingi dalam pelaksanaan pengujian. Tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang turut membantu hingga penelitian ini dapat diselesaikan. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan menjadi amal kebaikan dan mendapatkan balasan dari Allah SWT.



Gambar 4. Grafik gradasi pasir besi

### D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 5.

Berdasarkan grafik di atas, substitusi limbah batu granit mempengaruhi kuat tekan beton pada umur 28 hari. Terlihat pada Gambar 5 bahwa substitusi granit 30%, 40% dan 50% mengalami kenaikan sebesar 9,86%, ; pada 40% meningkat 15,46; dan pada 50% meningkat 12,70% dibanding kan dengan beton normal 0% substitusi limbah batu granit.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pasir besi pantai Karang Bolong sebagai substitusi sebagian agregat halus dalam campuran beton mutu normal memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Beton tanpa substitusi pasir besi menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 28,70 MPa dan tetap memenuhi kuat tekan rencana sebesar 20 MPa, sehingga beton normal masih memberikan performa paling optimal. Pada variasi campuran 25%, 50%, dan 100% pasir besi terjadi perubahan kuat tekan, dimana campuran 50% memberikan hasil paling mendekati beton normal dan masih memenuhi standar kuat tekan rencana. Hasil pengujian slump menunjukkan seluruh variasi masih memenuhi rentang

## REFERENSI

- [1] Fuad, Indra Syahrul, et al. Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Pada Mutu Beton K-225. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2015, 3.1.
- [2] Cahyarini, Trian. Analisis Pengaruh Karakteristik Bahan Baku Agregat Pasir Malang Dan Kerikil Pandaan Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2014, 3.3/rekat/14.
- [3] Pratama, Rifki; Zulaiha, Lilis; Setioningsih, Retnowati. Substitusi PasirBesi Dengan

- Bestmitell Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *ReTII*, 2021, 154-161.
- [4] Laila, Ignasius Seven Rimen; Nurmaidah. Analisis kuat tekan beton terhadap penggunaan agregat halus (pasir) sungai suani kecamatan bawolato mutu beton K-250. *Jurnal Teknik Sipil*, 2023, 2.2: 231-235.
- [5] Abeng, Christie Bongga; Sariman, Syahrul; Yuniarto, Eka. Pemanfaatan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Parsial Pasir Dan Silicafume Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi*, 2025, 3.2: 123-130.
- [6] Adinyamas, Sabgiar; Suryadi, Akhmad; Riyanto, Sugeng. Analisis kekuatan beton normal dengan bottom ash sebagai substitusi pasir- mrk. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2022, 3.1: 267-272.
- [7] Wora, Mikael; Da'oo, Arnold S. Penggunaan Sebagian Pasir Laut Sebagai Pengganti Agregat Halus Dalam Campuran Beton Dapat Meningkatkan Mutu Beton. *Teknosiar*, 2015, 9.1: 13-22.
- [8] Bangki, Jamaluddin. Perbandingan Gradasi Seragam Dan Gradasi Menerus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan*, 2020, 9.1: 62-71.
- [9] Herdiansyah; Pangaribuan, Mekar Ria. Pengaruh Batu Cadas (Batu Trass) sebagai bahan pembentuk beton terhadap kuat tekan beton. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 2013, 5.2: 11-20.
- [11] Pane, Fanto Pardomuan; Tanudjaja, H.; Windah, Reky S. Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton. *Jurnal sipil statik*, 2015, 3.5: 313-321.
- [12] Alghifari, Ilham Akbar; Putra, Teuku Andika Rama; Karmel, Moehammad Ediyana Raza. Peningkatan Konsentrasi Besi (Fe) Dalam Endapan Pasir Besi Menggunakan Magnetic Separator di Pantai Leungah, Kabupaten Aceh Besar. *Prisma fisika*, 2024, 12.3: 88-90.
- [13] Uji, Cara. Badan Standart Nasional. 2008. SNI 1970: 2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-0349-1989 Bata Beton untuk Pasangan Dinding. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. Badan Standart Nasional. 1989. SNI 03-0348-1989 Bata Beton Pejal, Mutu, dan.
- [14] Ginting, Arusmalem; Gunawan, Wawan; Ismirrozi. Pengaruh Kadar Air Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik*, 2011, 1.1.
- [15] Hunggurami, Elia; Bolla, Margareth E.; Messakh, Papy. Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656: 2012. *Jurnal Teknik Sipil*, 2017, 6.2: 165-172.
- [16] B. S. Nasional, "SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar," Badan Standar Nasional. Indonesesia., p. 20, 2008.
- [17] Badan Standarisasi Nasional, (2000). SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- [18] Badan Standarisasi Nasional, (1990). SNI 03-1969-1990 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.
- [19] Badan Standarisasi Nasional, (2011). SNI 1971:2011 Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan.
- [20] Badan Standarisasi Nasional, (1998). SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat.
- [21] Badan Standarisasi Nasional, (1996). SNI 03-4142-1996 Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200.
- [22] Badan Standarisasi Nasional, (2008). SNI 1972:2008 Cara Uji Slump Beton.
- [23] SNI 1974-2011, "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder," Badan Stand. Nas. Indones., p. 20, 2011.
- [24] Badan Standarisasi Nasional, (1989). SK SNI S 04-1989-F Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam).
- [25] Badan Standarisasi Nasional, (1990). SNI 03-1971-1990 Metode Pengujian Kadar Air Agregat.
- [26] Badan Standarisasi Nasional, (2011). SNI 1972:2011 Cara Uji Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.

