

Analisis Penggunaan *Iron Slag* Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Afran Ar-Rasyid¹, Vanita Kesumawati Yacub¹ dan Dian Pratiwi¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung

*E-mail: Afranar27@gmail.com

Received: 03 Juli 2024

Accepted: 25 Juli 2024

Published: 31 Juli 2024

Abstrak

Konstruksi beton biasa digunakan pada gedung tinggi, jembatan, dan infrastruktur lainnya. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dalam formulasi pembuat beton untuk meningkatkan kualitas beton dan mengurangi dampak negatif industri konstruksi terhadap lingkungan. *Iron slag* (terak besi), yang merupakan limbah yang dihasilkan selama proses peleburan bijih besi, adalah salah satu sumber limbah industri yang menarik untuk digunakan sebagai pengganti untuk membuat beton. Penggunaan terak besi ini dapat mengurangi jumlah limbah industri dan juga dapat meningkatkan sifat mekanik beton. Penelitian ini akan mempelajari potensi penggunaan terak besi sebagai pengganti agregat halus dalam beton. Dengan melihat penelitian sebelumnya di bidang ini, serta dengan memahami sifat dasar terak besi dan gagasan tentang kekuatan tekannya, penelitian ini akan menyelidiki kemungkinan penggunaan terak besi sebagai pengganti agregat halus dalam beton. Pada penelitian ini, variasi iron slag yang digunakan pada campuran beton tidak dapat memengaruhi peningkatan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan optimum ketika iron slag variasi 20% dengan nilai sebesar 21,35 Mpa. Nilai pada variasi 20% adalah variasi dengan nilai kuat tekan tertinggi daripada variasi iron slag 40%,60%. tetapi variasi 20% tidak melebihi kuat tekan rencana dan nilainya berada dibawah nilai kuat tekan rencana beton normal sebesar 24,9 Mpa.

Kata Kunci: Beton, *iron slag*, kuat tekan, agregat

Abstract

Concrete construction is commonly used in tall buildings, bridges and other infrastructure. Therefore, innovation is needed in concrete formulations to improve concrete quality and reduce the negative impact of industrial construction on the environment. *Iron slag*, which is a waste produced during the smelting process of iron smelting, is one source of industrial waste that is attractive for use as a substitute for making concrete. The use of iron slag can reduce the amount of industrial waste and can also improve the mechanical properties of concrete. This research will study the potential for using iron slag (*iron slag*) as a substitute for fine aggregate in concrete. By looking at previous research in this area, as well as by understanding the basic properties of iron slag (*iron slag*) and the idea of its compressive strength, this research will investigate the possibility of using iron slag (*iron slag*) as a substitute for fine aggregate in concrete. In this research, variations in the iron slag used in the concrete mixture could not affect the increase in the compressive strength of the concrete. The compressive strength value of concrete experienced an optimum increase when the iron slag varied by 20% with a value of 21.35 Mpa. The value of the 20% variation is the variation with the highest compressive strength value compared to the 40%, 60% iron

slag variation. but a variation of 20% does not exceed the design compressive strength and the value is below the normal concrete design compressive strength value of 24.9 Mpa.

Keywords: Concrete, iron slag, compressive strength, aggregate.

To cite this article:

Afran Ar-Rasyid, Vanita Kesumawati yacub dan Dian Pratiwi (2024). Analisis Penggunaan *Iron Slag* Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (05), No. 02, pp: 32-41

PENDAHULUAN

Saat ini, industri konstruksi terus berkembang karena permintaan akan konstruksi yang kuat, tahan lama, dan berkelanjutan semakin meningkat. Beton adalah bahan yang sering digunakan dalam konstruksi. Beton adalah material komposit yang terdiri dari agregat halus (biasanya pasir), agregat kasar (biasanya kerikil), dan medium pengikat (biasanya campuran semen hidrolis dan air) dengan atau tanpa bahan tambahan, campuran, atau tambahan. Penelitian ini akan mempelajari potensi penggunaan terak besi (terak besi) sebagai pengganti agregat halus dalam beton [1-2]. Dengan melihat penelitian sebelumnya di bidang ini, serta dengan memahami sifat dasar terak besi (terak besi) dan gagasan tentang kekuatannya, penelitian ini akan menyelidiki kemungkinan penggunaan terak besi (terak besi) sebagai pengganti agregat halus dalam beton [3-4].

Konstruksi beton biasa digunakan pada gedung tinggi, jembatan, dan infrastruktur lainnya [5]. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dalam formulasi pembuat beton untuk meningkatkan kualitas beton dan mengurangi dampak negatif industri konstruksi terhadap lingkungan. *Iron slag* (Terak besi), yang merupakan limbah yang dihasilkan selama proses peleburan bijih besi, adalah salah satu sumber limbah industri yang menarik untuk digunakan sebagai pengganti untuk membuat beton. Penggunaan terak besi ini dapat mengurangi jumlah limbah industri dan juga dapat meningkatkan sifat mekanik beton [6-7]. Penelitian ini akan mempelajari potensi penggunaan terak besi (terak besi) sebagai pengganti agregat halus dalam beton. Dengan melihat penelitian sebelumnya di bidang ini, serta dengan memahami sifat dasar terak besi (terak besi) dan gagasan tentang kekuatannya, penelitian ini akan menyelidiki kemungkinan penggunaan terak besi (terak besi) sebagai pengganti agregat halus dalam beton.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi lima tahap yaitu: Pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (mix design), pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (curing), pelaksanaan pengujian, dan analisis hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material Beton

Hasil pengujian agregat halus, agregat kasar, semen dan *Iron Slag* ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai data yang akan dibahas (Tabel 1 – Tabel 5). Pengujian agregat halus, semen, *Iron Slag*, dan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui sifat fisis. Sifat fisis meliputi berat jenis, kadar air, gradasi butiran, volume agregat, kadar lumpur, kandungan zat organik, dan waktu pengikat semen.

Tabel 1. Pengujian gradasi butiran agregat halus



Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (Gram)	Presentase Tertahan (%)	Kumulatif Presentase Tertahan (%)	Kumulatif Presentase Lolos (%)
9,5	4,50	0,90	0,90	99,10
4,75	7,20	1,44	2,34	97,66
2,36	11,70	2,34	4,68	95,32
1,18	57,40	11,48	16,16	83,84
0,6	181,00	36,20	52,36	47,64
0,30	130,10	26,02	78,38	21,62
0,15	79,80	15,96	93,34	5,66
Pan	28,28	5,66	100,00	0,00
Jumlah	499,98	100	349,17	

Tabel 2. Pengujian Berat Jenis Pasir

Pengujian Benda Uji	Hasil
Berat benda uji kering – permukaan jenuh	500 gr
Berat benda uji kering oven (W1)	483.80 gr
Berat piknometer diisi air (W3)	524,6 gr
Berat piknometer + benda uji (SSD) (W2)	833.80 gr

Tabel 3. Pengujian Kadar Lumpur dan Kadar Organik

Nama Pengujian	Hasil
Berat Volume Agregat Halus	1.4938 kg/m ³
Kadar Lumpur	3.1579%
Kadar Air	0.6%
Berat Jenis Semen	3.1527 gr/cm ³
Kandungan Zat Organik pada Agregat Halus	Layak digunakan

Tabel 4. Pengujian Waktu Ikat Semen

No	Waktu (Menit)	Tinggi Penetrasi (cm)
1	0	4
2	15	3,9
3	30	3,4
4	45	2,8

Tabel 5. Pengujian Gradasi Butiran *Iron Slag*

Ukuran Ayakan (mm)	Berat Tertahan (Gram)	Presentase Tertahan (%)	Kumulatif Presentase Tertahan (%)	Kumulatif Presentase Lolos (%)
9,5	21,70	4,34	4,34	99,10
4,75	140,10	28,02	32,36	97,66
2,36	151,00	30,20	62,56	95,32
1,18	99,80	19,96	82,52	83,84

0,6	47,40	9,48	92	47,64
0,30	16,20	3,24	95,24	21,62
0,15	6,50	1,30	96,54	5,66
Pan	17,28	3,46	100,00	0,00
Jumlah	499,98	100	565,56	

Berdasarkan data-data tersebut diatas, maka dapat dirangkumkan karakteristik material dan kemudian dituangkan pada Tabel 6 – Tabel 9.

Tabel 6. Karakteristik Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Hasil Pengamatan	Interval	Keterangan
1	Analisa Saringan	3,5%	1,5-3,80%	Memenuhi
2	Kadar Air	0,60%	0-3,5%	Memenuhi
3	Berat Jenis	2,5356 gr/cm ³	2,5-2,9 gr/cm ³	Memenuhi
4	Volume Agregat	1,4938 kg/cm ³	0,4-1,9 kg/cm ³	Memenuhi
5	Kadar Lumpur	3,1579%	<5%	Memenuhi
6	Zat Organik			

Tabel 7. Karakteristik Semen

No	Karakteristik Agregat	Hasil Pengamatan	Interval	Keterangan
1	Berat Jenis	3,1527 gr/cm	3,00-3,20%	Memenuhi
2	Waktu Ikat Semen	2,8 cm	Menit 45	Memenuhi

Tabel 8. Karakteristik Iron Slag

No	Karakteristik Agregat	Hasil Pengamatan	Interval	Keterangan
1	Berat Jenis	3,1570 gr/cm ³	1,6-3,20 gr/cm ³	Memenuhi
2	Analisa Saringan	5,6556 %	1,5-3,80%	Tidak Memenuhi
3	Volume Agregat	1,9 kg/cm ³	0,4-1,9 kg/cm ³	Memenuhi

Tabel 9. Karakteristik Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Hasil Pengamatan	Interval	Keterangan
1	Analisa Saringan Pasir	4,1993%	6-8%	Tidak Memenuhi
2	Kadar Air	0,7 %	0-3%	Memenuhi
3	Berat Jenis	3,49 kg/cm ³	1-3 kg/cm ³	Tidak Memenuhi
4	Volume agregat	1,43 kg/cm ³	1,6-1,9 kg/cm ³	Tidak Memenuhi

Perencanaan campuran beton dilaksanakan dengan menggunakan metode DOE (Departement of Environment). Adapun hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perencanaan Campuran Beton

Nilai Slump	8±2 cm
Kuat tekan yang diisyaratkan	24,9 Mpa
Berat Jenis Pasir	2,54
Nilai Tambah (Margin)	8.00 Mpa
Faktor Air Bebas (FAS)	0,40
Berat Jenis Kerikil	3,50
Berat Jenis Semen	3,15
Modulus Halus Butir Pasir	3,49
Ukuran maksimum Agregat	37,50 mm
Kekuatan rata rata ditargetkan	32,90 Mpa
Modulus Halus Butir Kerikil	1,43

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan Beton dilakukan pada saat umur benda uji 28 hari dengan 5 benda uji di setiap variasinya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui mutu dari Beton dan mengetahui pengaruh dari Subtitusi Iron Slag terhadap mutu Beton (Tabel 11 – Tabel 15).

Tabel 11. Pengujian Kuat Beton Normal

Variasi Campuran 0%								
No	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimm (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Kekuatan rata rata (Mpa)
1	12.45	150	300	17671.50	28	392.76	22.23	22.184
2	12.55	150	300	17671.50	28	339.54	19.21	
3	12.35	150	300	17671.50	28	433.05	24.51	
4	12.55	150	300	17671.50	28	391.91	22.18	
5	12.30	150	300	17671.50	28	402.77	22.79	

Tabel 12. Pengujian Kuat Beton Normal dicampur *Iron Slag*

Simbol	Semen	Batu Pecah	Pasir	Air	Iron Slag	Jumlah
BN	14,6950	45,6915	26,7250	1,1757	0	5
BCIS 1	14,6950	45,6915	21,38	1,1757	5,3450	5
BCIS 2	14,6950	45,6915	16,0350	1,1757	10,69	5
BCIS 3	14,6950	45,6915	10,6950	1,1757	16,03	5

Tabel 13. Pengujian Kuat Tekan Beton *Iron Slag* 20%

Variasi Campuran 20%								
No	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimm (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Kekuatan rata rata (Mpa)
1	12.75	150	300	17671.50	28	332.30	18.20	21.35
2	12.80	150	300	17671.50	28	219.02	12.39	
3	12.75	150	300	17671.50	28	497.92	28.18	
4	12.65	150	300	17671.50	28	382.58	21.65	
5	12.70	150	300	17671.50	28	465.95	26.37	

Tabel 14. Pengujian Kuat Tekan Beton *Iron Slag* 40%

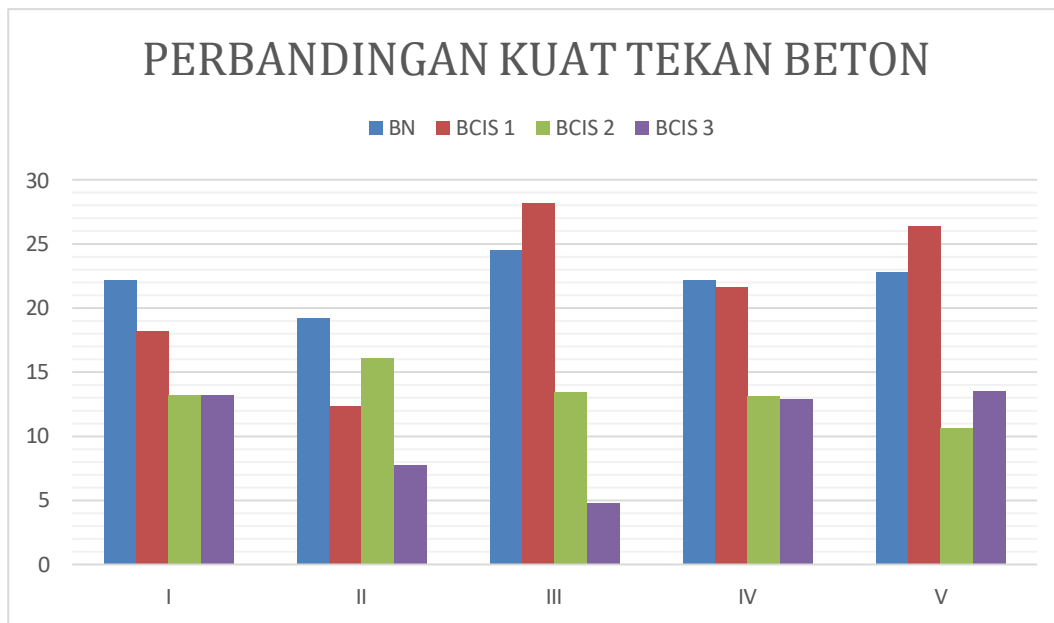
Variasi Campuran 40%								
No	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimm (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Kekuatan rata rata (Mpa)
1	13.05	150	300	17671.50	28	235.08	13.20	13.31
2	13.00	150	300	17671.50	28	284.21	16.08	
3	13.00	150	300	17671.50	28	237.99	13.47	
4	12.45	150	300	17671.50	28	235.50	13.16	
5	10.45	150	300	17671.50	28	186.36	10.66	

Tabel 15. Pengujian Kuat Tekan Beton *Iron Slag* 60%

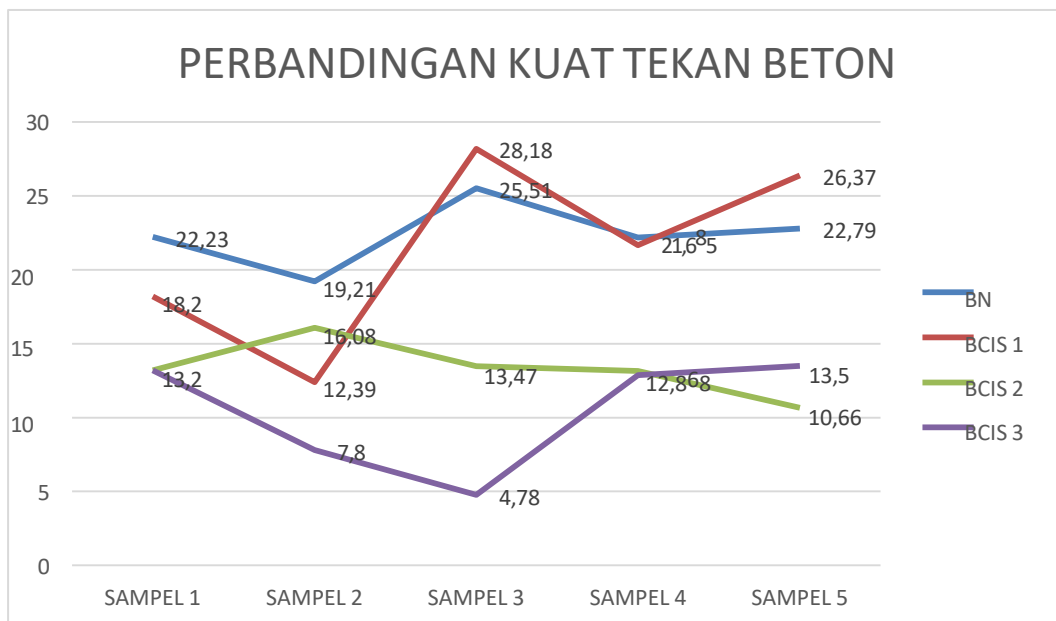
Variasi Campuran 60%								
No	Berat (Kg)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas Penampang (mm ²)	Umur (Hari)	Beban Maksimm (KN)	Kekuatan Tekan (Mpa)	Kekuatan rata rata (Mpa)
1	13.05	150	300	17671.50	28	235.08	13.20	10.43
2	12.75	150	300	17671.50	28	137.86	7.80	
3	11.30	150	300	17671.50	28	84.48	4.78	
4	12.50	150	300	17671.50	28	227.63	12.88	
5	12.60	150	300	17671.50	28	238.54	13.50	

Pengaruh *Iron Slag* Terhadap Kuat Tekan Beton Variasi Rata-Rata

Pada penelitian ini, pengaruh substitusi iron slag (limbah baja) terhadap agregat halus (pasir) dengan persentase berbeda. Diperoleh bahwa nilai kuat beton tertinggi terjadi pada substitusi iron slag (limbah baja) 20% yakni sebesar 21,35 Mpa dan nilai terendah terjadi pada persentase 60% yakni sebesar 10.43 Mpa. Berdasarkan Grafik dibawah ini, dapat di gambarkan grafik kuat tekan beton yang terjadi (Gambar 1 dan Gambar 2).



Gambar 1. Kuat Tekan Beton Variasi Rata-Rata (Versi Barchart)



Gambar 2. Kuat Tekan Beton Variasi Rata-Rata (Versi Trendline)

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa nilai kuat tekan rata-rata dari substitusi *iron slag* (limbah baja) dengan persentase 20% menunjukkan peningkatan optimal nilai kuat tekan beton sebesar 22,5% dari beton normal. Sedangkan substitusi *iron slag* (limbah baja) 60% menunjukkan nilai kuat beton mengalami penurunan sebesar 38% dari beton normal.

Dari grafik diatas pula dapat dipahami bahwa penurunan nilai kuat tekan beton yang cukup besar dimulai pada saat penambahan kadar iron slag (limbah baja) variasi 20%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pengaruh variasi *Iron Slag* sebagai substitusi beton terhadap kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini, variasi iron slag yang digunakan pada campuran beton tidak dapat memengaruhi peningkatan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton mengalami peningkatan optimum ketika iron slag variasi 20% dengan nilai sebesar 21,35 Mpa.
2. Nilai pada variasi 20% adalah variasi dengan nilai kuat tekan tertinggi daripada variasi iron slag 40%,60%. tetapi variasi 20% tidak melebihi kuat tekan rencana dan nilainya berada dibawah nilai kuat tekan rencana beton normal sebesar 24,9 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Achmadi, Ali. (2009). *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus Dan Agregat Kasar Dengan Aplikasi Superplasticizer Dan Silicafume*. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [2]. Tampubolon, Sudarsono P. 2022. *Buku Struktur Beton*.
- [3]. Badan Standardisasi Nasional. 2016. *SNI 8321-2016 Spesifikasi Agregat Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [4]. Akhmadi, A. (2009). *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus dan Agregat Kasar dengan Aplikasi Superplasticizer dan Silicafume* (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- [5]. ASTM C128-07a “*Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*”
- [6]. Suwindu, K. S., Parung, H., & Sandy, D. (2020). Karakteristik Beton Mutu Tinggi dengan Substitusi Slag Baja dan Slag Nikel Sebagai Agregat Kasar. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(1), 8-15.
- [7]. Solikin, M. (2021). Analisis Pemakaian Kombinasi Fly Ash Tipe F Dan Slag 1: 1 Pada Beton Geopolymer Dengan Na_2SiO_3 Dan NaOH Sebagai Alkali Aktivator: Sebuah Kajian Literatur. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 13-20.