

Analisis Pengaruh Limbah Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton

Ibrahim^{1*}, Nadra Mutiara Sari², Yuri Khairizal³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya, 30128, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: ibrahim@polsri.ac.id

Received 4th May 2023; 1st Revision 12th May 2023; Accepted 19th June 2023

DOI: <https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.124293>

ABSTRAK

Perkembangan teknologi konstruksi saat ini menuntut semua elemen penyusun konstruksi agar memiliki kualitas yang lebih baik. Salah satu elemen penyusun konstruksi tersebut adalah beton, yang cukup umum digunakan di Indonesia. Tuntutan untuk memiliki kualitas yang lebih baik ini tidak hanya berhubungan dengan sifat mekanis, namun juga berhubungan dengan konsep go-green. Yang salah satu komponennya dari konsep go-green ini adalah pemanfaatan limbah yang tersedia. Penelitian ini mengacu pada konsep penggunaan limbah, dengan limbah serbuk baja sebagai komponen campuran beton. Limbah serbuk baja ini sendiri menjadi komponen substitusi untuk agregat halus. Jenis parameter pengujian mutu yang digunakan pada riset ini terfokus kepada kuat tekan. Substitusi agregat halus yang digunakan terbagi kedalam beberapa komposisi variasi, yaitu 5%, 7.5%, 10%, 12% dan 15%, dengan dilakukan tahapan pengujian benda uji pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Dari hasil pengujian yang dilakukan, nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi campuran sebesar 5%, sedangkan untuk variasi substitusi yang lebih besar terjadi penurunan nilai kuat tekan beton. Sehingga pada penelitian ini, pemanfaatan limbah serbuk besi ini efektif pada nilai substitusi terhadap agregat halus yang rendah.

Kata Kunci: Beton; Agregat; Limbah Serbuk Besi.

ABSTRACT

Current developments in construction technology is demanding that all construction elements have better quality. One of the constituent elements in construction is concrete, which is quite commonly used in Indonesia. This demand for better quality is not only related to mechanical properties, but also related to the go-green concept. One of the components of this go-green concept is the utilization of available waste. This study refers to the concept of using waste, with steel slag waste as a component of the concrete mix. This steel slag waste itself becomes a substitution component for fine aggregate. The types of quality testing parameters used in this research focus on compressive strength. The fine aggregate substitution used was divided into several composition variations, namely 5%, 7.5%, 10%, 12% and 15%, by testing specimens at the age of 7 days, 21 days and 28 days. From the results of the tests carried out, the highest compressive strength value was found in the mixture variation of 5%, while for the greater substitution variation there was a decrease in the compressive strength of the concrete. So based on this study, the use of steel slag waste was effective at a low substitution value for fine aggregate.

Keywords: Concrete; Aggregate; Steel Slag Waste.

Copyright © Ibrahim, Nadra Mutiara Sari, Yuri Khairizal

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi saat ini menuntut semua elemen penyusun konstruksi agar memiliki kualitas yang lebih baik. Salah satu elemen penyusun konstruksi tersebut adalah beton, yang cukup umum digunakan di Indonesia. Penelitian tentang beton yang terus berlangsung pada saat ini bertujuan untuk mendapatkan beton yang berkualitas baik dan bermutu tinggi. Dengan semakin berkembangnya teknologi beton, semakin banyak pula inovasi untuk meningkatkan mutu beton, dan salah satu inovasi tersebut adalah dengan memasukkan sebagian bahan pengganti (substitusi) ke dalam campuran penyusun beton.

Kawasan Pasar Cinde Kota Palembang Provinsi Sumatera Selatan. Kawasan Pasar Cinde ini merupakan sentra produksi kerajinan besi, dimana dalam rangkaian proses produksinya dihasilkan juga limbah produksi besi. Penelitian mengenai penggunaan limbah serbuk besi sebagai substitusi agregat halus telah cukup banyak dilakukan. Fasuri & Diana melakukan pengujian substitusi limbah serbuk besi dengan variasi yang 0% hingga 50% dengan jarak setiap 10%. Berdasarkan hasil penelitian mereka, didapatkan kesimpulan bahwa jika digunakan secara optimum, substitusi limbah serbuk besi ini dapat meningkatkan kuat tekan beton, terutama pada rentang 10% hingga 30% pada penelitiannya [1]. Sedangkan pada penelitian lainnya, ada penurunan mutu kuat tekan beton pada penambahan variasi beton dimana selisih penggunaan limbah antara variasi sebesar 5% [2]. Penggunaan limbah serbuk besi sebagai material pengisi (*filler*) pada campuran untuk perkerasan juga telah coba dilakukan oleh Utomo dkk [7]. Produksi limbah ini merupakan produk tidak terpakai, namun disisi lain memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan substitusi pembuatan atau campuran beton. Selain sebagai bahan substitusi, penggunaan limbah ini juga merupakan bagian dari konsep *go green* dalam mengurangi tingkat polusi dan limbah terbuang. Sesuai dengan.

Material serbuk besi ini jika dilihat dari segi bentuk fisik, memiliki kesamaan karakteristik dengan agregat halus atau pasir. Sifat fisik yang dimaksudkan adalah dari segi ukuran dari material serbuk besi tersebut. Sejalan dengan hal tersebut, agregat halus juga merupakan sumber daya alam yang semakin lama akan habis dan tidak dapat diperbaharui, sehingga dibutuhkan alternatif lain sebagai bahan penggantinya.

Secara umum dalam penilaian mutu beton konstruksi, kuat tekan beton merupakan salah satu dasar penilaian mutu beton yang umum digunakan. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji tekan (*compression testing machine*). Metode pengujian kuat tekan yang dilakukan adalah menggunakan standar berdasarkan SNI 03-1974 [4]. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diambil suatu gagasan dalam melakukan penelitian tentang pengaruh substitusi limbah serbuk besi terhadap kuat tekan beton. Sehingga diharapkan dapat mengetahui berapa proporsi yang baik dalam penggunaan material substitusi limbah serbuk besi ini. Penggunaan variasi dengan selisih penggunaan yang lebih rendah dibanding referensi penelitian yang digunakan.

METODE

Material yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan limbah serbuk besi sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air. Perencanaan campuran yang dilakukan menggunakan metode campuran pada SNI 2834 dengan mutu kuat tekan

rencana sebesar 22,5 MPa untuk umur 28 hari [5]. Pembuatan sampel benda uji beton pada penelitian ini sebanyak 54 buah sampel. Umur yang di uji yaitu umur 7, 21 dan 28 hari. Pengontrolan kondisi beton menggunakan pengujian slump yang diatur pada kondisi slump yang relatif sama. Sampel uji dilakukan perawatan dengan cara direndam air biasa [6].

Benda uji beton berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15 cm x 15 cm untuk pengujian kuat tekan. Variasi substitusi limbah serbuk besi yang digunakan adalah 5%, 7,5%, 10%, 12%, 15% dan beton normal. Pada saat pencampuran material beton dilakukan pengujian kontrol dengan pengujian nilai slump beton sesuai dengan SNI 03-1972. Pengujian menggunakan bantuan kerucut abrams sesuai dengan standarisasi pelaksanaan pengujian dan pengukuran yang sudah ditetapkan, dan dilakukan dengan perlakuan yang sama pada setiap variasi benda uji [3]. Pengujian ini juga akan memberikan gambar kondisi pencampuran beton yang dilakukan, berupa penilaian konsistensi pada kondisi setiap variasi dalam proses pencampuran benda uji yang dilakukan.

Pengujian benda uji dilakukan dengan cara memberikan beban tekan bertahap pada suatu benda uji hingga beban maksimum yang dapat diterima oleh benda uji tersebut. Setelah didapatkan nilai pembebanan maksimum, maka dilakukan perhitungan mutu benda uji sesuai dengan luas penampang benda uji. Benda uji yang umum digunakan adalah benda uji silinder dan benda uji kubus. Pada penelitian ini digunakan benda uji berbentuk kubus. Pengujian kuat tekan beton diatur pada SNI 03-1974 [2]. Adapun rumus perhitungan kuat tekan beton yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (1)$$

Keterangan:

P = adalah beban maksimum (Kg)

A = adalah luas penampang (cm²)

Nilai beban maksimum merupakan nilai dari alat pengujian kuat tekan beton pada setiap sampel uji. Sedangkan nilai untuk luas penampang, diambil berdasarkan dimensi dari permukaan sampel uji yang menerima beban dari alat pengujian tekan. Pengujian kuat tekan ini menggunakan alat uji tekan (*compression testing machine*) beton. Alat ini memberikan pembebanan pada penampang benda uji beton secara statik hingga sampel uji mengalami kegagalan atau tidak dapat menerima pembebanan yang lebih tinggi.

Berdasarkan data pengujian, dilakukan pengolahan data rata-rata sesuai dengan variasi substitusi benda uji dan umur pengujian kuat tekan beton yang dilakukan yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran keseluruhan pada hasil penelitian. Penggambaran hasil analisis dilakukan secara tabulasi dan grafikasi untuk dapat melihat data dan analisa kondisi dari perbandingan antara variasi campuran pada penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan dengan metode pencampuran yang dipilih, didapatkan komposisi campuran material dengan variasi pemakaian limbah serbuk besi yang menjadi bahan substitusi material campuran beton. Komposisi ini merupakan acuan penggunaan material campuran beton untuk pembuatan 9 (sembilan) benda uji yang merupakan jumlah benda uji untuk satu

variasi substitusi penggunaan limbah serbuk besi dalam kilogram. Data hasil perencanaan campuran beton yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Komposisi campuran benda uji

Persentase	Normal	5%	7,5%	10%	12%	15%
Air	7,9458	7,9458	7,9458	7,9458	7,9458	7,9458
Semen	15,5792	15,5792	15,5792	15,5792	15,5792	15,5792
Pasir	26,5792	25,2505	24,5861	23,9218	23,3903	22,5931
Split	45,2488	45,2488	45,2488	45,2488	45,2488	45,2488
Serbuk Besi	-	1,3287	1,9931	2,6574	3,1889	3,9861

Berdasarkan nilai komposisi campuran benda uji di atas, dilakukan pencampuran material dengan perlakuan yang sama pada semua variasi benda uji. Yang perlakuan ini mengacu pada standarisasi yang ada ada. Untuk mengontrol pelaksanaan hasil campuran beton maka dilakukan pengujian beton pada setiap kelompok (*batch*) pencampuran material beton. Adapun hasil rata - rata pengujian nilai slump yang didapatkan pada setiap variasi substitusi limbah serbuk besi adalah sebagai berikut ini.

Tabel 2. Nilai slump pada pelaksanaan pencampuran benda uji

Variasi Benda Uji	Nilai Slump rata-rata
	cm
Beton Normal	8
5%	8
7,5%	8,16
10%	8
12%	8
15%	8

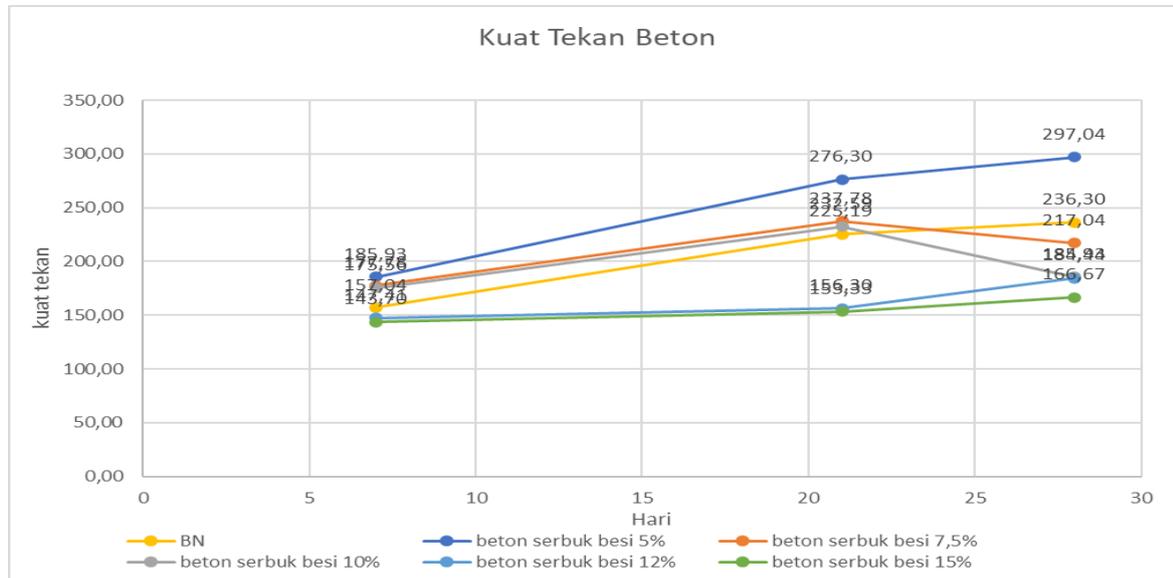
Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa pada penelitian ini, konsistensi kondisi slump beton cukup baik. Hal ini dapat dinilai dari besaran nilai slump rata-rata pada setiap variasi benda uji yang cenderung sama. Konsistensi nilai ini dijaga dengan harapan dapat memberikan hasil pencampuran benda uji dan pengujian benda uji yang baik.

Dari data-data nilai kuat tekan rata-rata beton pada setiap variasi campuran, diperoleh nilai kuat tekan sebagai berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian rata-rata kuat tekan setiap variasi benda uji

Umur benda uji (hari)	Rata-rata kuat tekan benda Uji (kg/cm ²)					
	Beton normal	Beton serbuk besi 5%	Beton serbuk besi 7,5%	Beton serbuk besi 10%	Beton serbuk besi 12%	Beton serbuk besi 15%
7	157,04	185,93	177,78	175,56	147,41	143,70
21	225,19	276,30	237,78	232,59	156,30	153,33
28	236,30	297,04	217,04	185,93	184,44	166,67

Berdasarkan data-data yang ada, hasil pengujian juga dibuat dalam bentuk grafikasi seperti pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Grafik rata-rata kuat tekan setiap variasi benda uji

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 1 dapat dilihat bahwa variasi benda uji terutama pada kondisi umur 28 hari yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah variasi substitusi campuran limbah serbuk besi sebesar 5%. Untuk kondisi perbandingan dengan beton normal sebagai acuan awal penelitian, didapatkan bahwa dengan penambahan serbuk besi pada persentase substitusi sebesar 5 hingga 10% terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton. Sehingga diambil kesimpulan kondisi, peningkatan mutu kuat tekan secara optimal didapatkan pada variasi substitusi sebesar 5% dan kondisi yang lebih daripada itu tidak didapatkan mutu kuat tekan lebih besar.

Sedangkan untuk pola kondisi kekuatan tekan beton pada variasi yang sama, pada beton normal tanpa substitusi limbah dan variasi substitusi limbah dengan kuat tekan tertinggi yaitu 5% maka terdapat peningkatan yang cukup linier pada kekuatan beton. Sedangkan untuk variasi substitusi lebih dari 5% secara keseluruhan cenderung ada peningkatan dari umur 7 hingga 21 hari dan cenderung memiliki peningkatan yang sedikit atau tidak ada peningkatan kekuatan beton pada umur setelahnya, yaitu pada hari ke 28.

Pada variasi 7,5 dan 10%, tergambar bahwa kondisi pola peningkatan mutu berdasarkan kuat tekan beton juga tidak terdistribusi atau tidak berpola peningkatan yang baik (tidak linier). Berdasarkan perbandingan dengan kondisi variasi yang lain, variasi ini menjadi kondisi yang tidak dominan yang mana 4 (empat) variasi lain memiliki kondisi pola yang cukup baik (linier). Sehingga, secara keseluruhan dapat diambil penggambaran bahwa terjadi peningkatan mutu beton pada tiap variasi peningkatan umur beton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai kuat tekan tertinggi yang didapatkan adalah pada variasi campuran sebesar 5%. Pada variasi substitusi limbah serbuk besi yang lebih besar maka di dapatkan nilai kuat tekan beton yang lebih rendah daripada variasi ini. Sehingga pada

penelitian ini, pemanfaatan limbah serbuk besi cukup efektif pada nilai substitusi terhadap agregat halus yang rendah pada rentan variasi campuran yang digunakan.

Pemanfaatan material yang berasal dari limbah, harusnya menjadi perhatian dalam aplikasi nyata dalam pelaksanaan konstruksi di lapangan karena dengan banyaknya manfaat yang diperoleh dan mutu yang dihasilkan mendekati dari yang disyaratkan. Pada pencampuran hingga 10% kondisi mutu beton dapat dikatakan cukup baik dari pada beton normal atau ada peningkatan mutu dengan adanya penambahan bahan substitusi. Sehingga untuk tujuan pemanfaatan limbah, penggunaan substitusi hingga 10% masih dapat dilakukan dengan baik, tentunya dengan menerapkan standarisasi pelaksanaan yang baik.

Kesamaan perlakuan antar variasi juga harus tetap dipertahankan, agar memberikan nilai kondisi yang terukur dan mengurangi potensi kurangnya akurasi pada pembuatan dan pengukuran data pengujian sampel tersebut. Direkomendasikan untuk menggunakan perbedaan persentase variasi substitusi limbah serbuk besi yang kecil, khususnya pada persentase antara 0 hingga 10 % yang merupakan bagian cakupan dari bagian persentase maksimal sebesar 5%. Penggunaan variasi yang lebih tinggi kurang direkomendasikan berdasarkan penelitian yang dilakukan.

REFERENSI

- [1] Fansuri, dan Dian, “Pengaruh kuat tekan beton dengan menggunakan limbah serbuk besi sebagai admixture agregat halus”, Jurnal MITSU, Media Informasi Teknik Sipil UNIJA, vol. 8, no.1, hlm. 26-32.
- [2] Purwanto, dan Wardani. “Pengaruh penambahan serbuk besi terhadap kuat tekan beton mutu K225”, Jurnal Defromasi, vol.5, no.2, hlm. 103-112,
- [3] SNI 03-1972-1990, “Metode Pengujian Slump Beton”, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 1990.
- [4] SNI 03-1974-1990, “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton”, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 1990.
- [5] SNI 03-2834-2000, “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 2000.
- [6] SNI 03-2493-1991, “Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium”, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 1991.
- [7] Utomo, dkk, “Penggunaan limbah serbuk besi sebagai material pengisi (*filler*) pada campuran struktur perkerasan jalan kolektor ponco - jatirogo (STA.130+200 - STA.138+700“, Jurnal Envirotek, vol. 12, no. 2, hlm. 64-74.