

PENGARUH GRADASI AGREGAT KASAR DAN STEEL SLAG DALAM CAMPURAN BETON SEBESAR 10% TERHADAP MUTU BETON

Ica Nur Kumala¹, Suprpto²

¹Mahasiswa D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

²Dosen D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya

Email: ica.20002@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Terbatasnya sumber daya agregat alam yang menjadi komponen utama dalam pembuatan beton, serta kebutuhan untuk memanfaatkan limbah industri seperti steel slag yang berpotensi sebagai pengganti agregat kasar. Steel slag mempunyai karakteristik kekuatan serta ketahanan yang baik, namun pemanfaatannya dalam campuran beton masih memerlukan kajian mendalam, khususnya terkait pengaruh variasi gradasinya terhadap kuat tekan dan porositas beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis metode gradasi steel slag menjadi pengganti sebagian agregat kasar dalam campuran beton terhadap mutu beton, khususnya kuat tekan dan porositas. Metode yang dipergunakan ialah pengujian eksperimental di benda uji silinder ukuran 15 x 30 cm menggunakan mutu beton K-225. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh gradasi steel slag terhadap kuat tekan beton dengan penambahan steel slag sebanyak 10% yang bisa mempengaruhi mutu beton tidak terlalu signifikan terhadap kuat tekan namun jika dibandingkan dengan beton tanpa steel slag kekuatannya lebih tinggi, sehingga substitusi 10% steel slag masih lebih tinggi dan untuk pengaruh gradasi steel slag terhadap porositas beton dengan penambahan steel slag 10% menunjukkan semakin besarnya ukuran gradasi kerikil menyebabkan nilai porositasnya semakin tinggi karena ukuran agregat yang lebih besar akan membuat beton memiliki rongga-rongga yang lebih banyak dan menyebabkan penyerapan air nya lebih banyak dari ukuran agregat kasar yang lebih kecil karena kepadatan campuran beton.

Kata kunci: Steel slag, agregat kasar, kuat tekan beton, porositas beton, gradasi material.

Abstract

Limited natural aggregate resources which are the main components in making concrete, as well as the need to utilize industrial waste such as steel slag which has the potential to replace coarse aggregate. Steel slag has favorable qualities of durability and strength, but its use in concrete mixtures still requires in-depth study, especially regarding the effect of gradation variations on the porosity and compressive strength of concrete. This study aims to analyze the steel slag gradation method as a partial substitute for coarse aggregate in compositions of concrete on concrete quality, especially compressive strength and porosity. Experimental testing is the technique employed on cylindrical test pieces with dimensions of 15 x 30 cm. using K-225 concrete quality. The findings of the study demonstrated how the addition of 10% steel slag to concrete affected its compressive strength which could affect the quality of concrete was not too significant on the compressive strength but when compared to concrete

without steel slag the strength was higher, so that the substitution of 10% steel slag was still higher and for the impact of steel slag gradation on the porosity of concrete with the addition of 10% steel slag indicated that the bigger the size of the gravel gradation caused the porosity value to be higher because the larger aggregate size would make the concrete have more cavities and cause more water absorption than the smaller coarse aggregate size due to the density of the concrete mixture

Keywords: Steel slag, coarse aggregate, concrete compressive strength, concrete porosity, material gradation.

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan rakyat akan fasilitas infrastruktur, industri konstruksi mengalami kemajuan yang pesat juga signifikan didalam aspek pengetahuan dan teknologi. Bangunan tersebut terdiri dari berbagai komponen dimana salah satunya adalah beton. Beton ialah material bangunan konstruksi dimana didalamnya ada campuran semen, air, serta agregat (batu pecah, pasir, atau material lain) campuran ini dapat mengeras seiring berjalannya waktu, membentuk struktur yang kuat dan tahan terhadap beban.

Kekuatan dan kestabilan beton melibatkan berbagai faktor dalam proses konstruksi dan perawatan dimana beberapa langkah dan pertimbangan yang dapat mempengaruhi kekuatan dan kestabilan beton meliputi, pemilihan bahan baku yang tepat dan berkualitas tinggi untuk mendukung pencapaian kekuatan yang optimal. Bahan untuk pengisi beton juga merupakan komponen yang sangat penting dalam campuran beton yang akan memberikan efek seperti kekuatan, stabilitas, dan volume kepada beton. Untuk kombinasi dalam campuran beton yang sesuai diantara agregat kasar serta halus dalam bahan pengisi beton juga sangat penting untuk membentuk beton yang kuat dan bertahan lama, proporsi serta gradasi agregat yang benar didalam komposisi beton juga sangat penting untuk mencapai sifat – sifat mekanik yang di inginkan seperti kuat tekan, ketahanan terhadap deformasi dan ketahanan terhadap lingkungan eksternal seperti cuaca.

Menurut (Mulyono,2003) mengatakan bahwa didalam campuran beton, agregat bisa dalam bentuk

agregat alami atau buatan (*artificial aggregates*), dan sering diklasifikasikan berdasarkan ukurannya, yang meliputi agregat kasar dan halus. Dikarenakan membentuk sebagian besar volume beton, agregat kasar adalah konstituen yang paling penting. Peralatan yang mencampur bahan kimia yang berbeda guna membuat beton disebut pabrik beton, kadang-kadang disebut sebagai pabrik batch, pabrik batching, ataupun pabrik batching beton (Mulyono, 2005).

Agregat kasar dalam campuran beton adalah untuk memberikan kekuatan dan stabilitas mekanis, ketika agregat kasar dicampurkan dengan bahan pengikat seperti semen dalam beton mereka akan membentuk matriks yang kuat dan kokoh. Salah satu agregat kasar yang digunakan sebagai bahan pengganti adalah limbah industri atau *slag* dimana penggunaan *slag* sebagai alternative pengganti material. *Steel slag* merupakan hasil samping dari industri besi dan baja dapat memberikan kontribusi pada peningkatan kekuatan beton ketika digunakan sebagai bahan tambahan atau campuran. Harapan terkait temuan dari penelitian ini bisa meningkatkan efisiensi penggunaan agregat *slag* sebagai bahan tambahan dalam pencampuran beton, yang dapat mengurangi ketergantungan pada agregat alamiah yang terbatas.

Abd.Basid, Yusuf W (2014) di dalam studi penelitiannya ini menunjukkan bahwa proporsi lumpur tertentu dapat meningkatkan sifat beton, sehingga mengarah pada potensi pengurangan jejak karbon yang terkait dengan produksi beton tradisional sekaligus mengatasi tantangan pengelolaan limbah dalam industri konstruksi. Metodologi penelitian mencakup fase eksperimental yang melibatkan analisis cermat terhadap sifat beton segar dan keras dalam kondisi

terkendali untuk memastikan batas maksimum penggabungan lumpur yang diperbolehkan.

Ninik Paryati (2015) pada studi yang diselenggarakannya ini menemukan bahwasanya penambahan serbuk besi serta baja menurunkan kuat tekan beton selaras pada meningkatnya persentase serbuk, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk korosi pada butiran dan proses pencampuran. Temuan ini menyoroti bahwa limbah serbuk besi dan baja dapat menjadi pengganti sebagian pasir namun harus digunakan secara bijaksana untuk menjaga integritas beton.

Ardana Dika Anggara, Anis Rahmawati, dan Aryanti Nurhidayati (2017) di dalam studi penelitiannya ini menunjukkan bahwa penggunaan terak baja dapat secara efektif meningkatkan sifat mekanik beton, dengan rekomendasi khusus untuk eksplorasi masa depan mengenai efektivitas biaya, campuran alternatif, dan penggabungan bahan tambahan.

Menurut Tjokrodinuljo (1996) menyatakan bahwa beton didesain dengan mengkombinasikan agregat, air, dan semen. Kadang-kadang ditambahkan bahan tambahan dengan perbandingan tertentu, seperti serat, bahan kimia, ataupun bahan buangan non-kimia. Material konstruksi dimana terdiri dari beragam campuran material utama termasuk semen portland atau semen hidrolik, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (mirip batu pecah ataupun kerikil), beberapa kali dicampurkan bersama material tambahan (*additive*) yang punya sifat kimiawi ataupun fisika pada perbandingan khusus. Beton ialah campuran diantara semen portland ataupun semen hidrolik lainnya, agregat halus serta agregat kasar, serta air, menggunakan ataupun dengan tidak menambah bahan tambahan, yang membuat massa padat, yang berdasarkan SNI 2847:2013 disebut beton. Ada beberapa ragam beton yang dipergunakan dalam pelaksanaan konstruksi, dimana masing-masing mempunyai ciri dan kegunaan yang tidak sama. Sesuai pemaparan (Mulyono, 2006) dari segi umum beton dipisahkan jadi 2 grup, yakni:

1. Sesuai pada kelas serta mutu beton
2. Sesuai pada jenis beton.

Menurut Neville (2002), ialah uji kuat tekan. Hal ini dikarenakan pengujian ini mudah dilakukan, sifat-sifat beton yang diinginkan berkaitan erat dengan kuat tekannya, serta yang terpenting kuat tekan ialah pertimbangan yang sangat krusial dalam mendesain struktur.

Sinkron pemaparan SK SNI 03-2843-2000, kuat tekan beton yang punya arti besarnya beban tiap satuan luas yang bila diterapkan menggunakan gaya tekan tertentu yang dimunculkan sang mesin tekan akan menghancurkan benda uji beton.

$$\text{Kuat Tekan } (f_c') \\ f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekanan benda uji (Mpa)

P = Besar beban paling besar (N)

A = Luasnya penampang benda uji (mm^2)

Porositas ialah satu diantara elemen utama yang memberi pengaruh kekuatan beton, yakni proporsi rongga atau kandungan pori-pori di dalam material. Kapiler beton, juga dikenal sebagai pori-pori beton, biasanya menahan air atau udara. Nugroho (2010) menyatakan bahwasanya tujuan pengujian ini ialah guna mengetahui proporsi pori-pori beton terhadap volume beton.

$$\text{Porositas} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

Dimana:

A: Berat sample didalam air (gram).

B: Berat sample kondisi permukaan jenuh (gram).

C: berat sample kering oven (gram).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan cara eksperimen di benda uji beton normal menggunakan mutu beton K225 dengan dilakukannya substitusi atau pengurangan pada agregat kasar yang digantikan menggunakan *steel slag* dengan variasi sebesar 10% dari volume agregat kasar dan variasi pada ukuran agregat kasar lolos saringan $\frac{1}{4}$ " , 16, 11,2 , $\frac{3}{8}$ " dan 4. Pengujian kuat tekan yang dilakukan memakai benda uji berbentuk silinder menggunakan ukuran 15 x 30 serta untuk pengujian porositas digunakan benda uji berukuran 10 x 20 kepada umur beton 14 hari

menggunakan benda uji 3 sampel guna setiap campuran.

Dalam penelitian ini dilakukan pula pemeriksaan agregat (kadar lumpur, berat jenis, kadar air, Analisa saringan) dimana langkah berikutnya dirancang sampel silinder yang diberikan *steel slag* dengan variasi 10% dari volume agregat kasar dan variasi ukuran agregat kasar. Tahapan berikutnya dilakukan perawatan beton menggunakan cara perendaman beton dalam waktu 14 hari buat mengetahui efek dari perbedaan setiap variasi ukuran agregat kasar terhadap kuat tekan serta porositas benda uji beton seumur 14 hari. Setelah beton telah cukup umur dilakukannya pengujian kuat tekan dan porositas.

Perencanaan campuran beton memakai acuan dari SNI 03-2834-2000. Sehingga diperoleh komposisi mix design sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Perhitungan Mix Design

Komposisi dalam 1m ³	
Air	205 kg
Semen	661,3 kg
Agregat Halus	520,143 kg
Agregat Kasar	813,557 kg
<i>Steel Slag</i>	81,356 kg

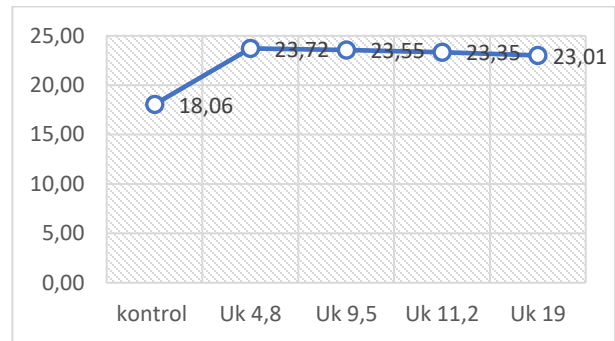
HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan ini menunjukkan bahwa uji kuat tekan beton menggunakan ukuran butiran yang makin besar membuat nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan ukuran butiran yang lebih kecil. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi hal itu, termasuk gradasi ukuran agregat, yang berdampak di kepadatan serta porositas beton.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder 15 x 30

Benda Uji	Kuat Tekan Mpa	Rata - Rata
Kontrol 1	325	18.06
Kontrol 2	313	
Uk 4,8 (1)	425	23.72
Uk 4,8 (2)	413	
Uk 9,5 (1)	407	23.55
Uk 9.5 (2)	425	
Uk 11,2 (1)	400	23.35
Uk 11,2 (2)	425	

Uk 19 (1)	400	23.01
Uk 19 (2)	413	



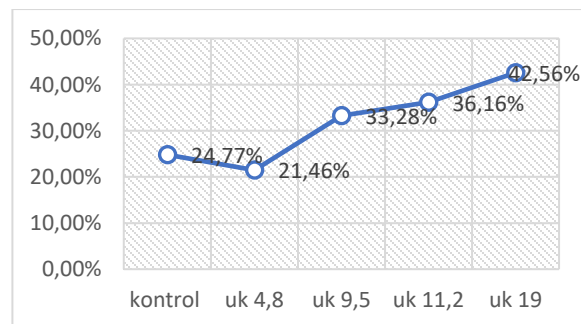
Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan.

Dari gambar diatas dapat dinyatakan bahwa pengaruh variasi modulus kehalusan agregat kasar dengan penambahan *steel slag* sebanyak 10% yang bisa mempengaruhi mutu beton tidak terlalu signifikan terhadap kuat tekan namun jika dibandingkan dengan beton tanpa *steel slag* kekuatannya lebih tinggi, sehingga substitusi 10% *steel slag* masih lebih tinggi.

Pengujian porositas ini dilakukan kepada 5 variasi benda uji dalam bentuk silinder berdimensi 10x20 cm. Guna tiap variasi pengganti kerikil dengan *steel slag*, Pengujian itu dilakukan guna mengurai besarnya porositas beton.

Tabel 2 Hasil Pengujian Porositas Silinder 10x20

Benda Uji	Rata - Rata
Kontrol	24.77%
Uk 4,8	21.46%
Uk 9,5	33.28%
Uk 11,2	36.16%

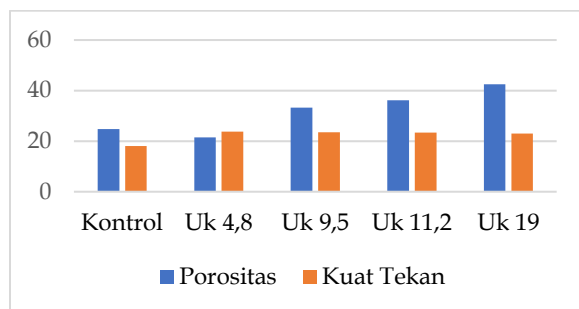


Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Porositas

Gambar grafik diatas dari hasil pengujian yang dilakukan dapat dinyatakan bahwa pengaruh variasi modulus kehalusan agregat kasar dengan penambahan *steel slag* 10% menunjukkan semakin besarnya ukuran gradasi kerikil menyebabkan nilai porositasnya semakin tinggi dikarena ukuran agregat yang lebih besar akan membuat beton memiliki rongga-rongga yang lebih banyak dan menyebabkan penyerapan air nya lebih banyak dari ukuran agregat kasar yang lebih kecil karena kepadatan campuran beton.

Tabel 3 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Porositas

No.	Benda Uji	Porositas (%)	Kuat Tekan (Mpa)
1.	Kontrol	24.77%	18.06
2.	Uk 4,8	21.46%	23.78
3.	Uk 9,2	33.28%	23.55
4.	Uk 11,2	36.16%	23.35
5.	Uk 19	42.56%	22.99



Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Porositas

Sesuai di grafik sebelumnya bisa diketahui bahwa beton dengan substitusi 10% *steel slag* terhadap gradasi kerikil efektif sebab mengakibatkan penurunan kuat tekan terhadap masing-masing campuran beton tetapi meningkatkan porositas, sama dengan teori yang menyatakan makin besar angka porositas di benda uji sehingga nilai kuat tekannya makin rendah, begitupun kebalikannya makin kecil angka porositas hingga angka kuat tekan makin besar.

Kesimpulan

- Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh gradasi *steel slag* terhadap kuat tekan beton dengan penambahan *steel slag* sebanyak 10% yang bisa mempengaruhi mutu beton tidak terlalu signifikan terhadap kuat tekan namun jika dibandingkan dengan beton tanpa *steel slag* kekuatannya lebih tinggi, sehingga substitusi *steel slag* 10% masih lebih tinggi.
- Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh gradasi *steel slag* terhadap porositas beton dengan penambahan *steel slag* 10% menunjukkan semakin besarnya ukuran gradasi kerikil menyebabkan nilai porositasnya semakin tinggi dikarena ukuran agregat yang lebih besar akan membuat beton memiliki rongga-rongga yang lebih banyak dan menyebabkan penyerapan air nya lebih banyak dari ukuran agregat kasar yang lebih kecil karena kepadatan campuran beton.

Saran

- Perlu dilakukannya penelitian beton lebih lanjut lagi dengan sample variasi komposisi campuran *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar.
- Pengujian untuk beton yang memakai *steel slag* sebagai bahan pengganti agregat kasar diharapkan umur beton 28 hari untuk melihat perbandingan hasil.

REFERENSI

- ACI-522R-10, 2010. Report on Pervious Concrete, ACI Committee, 522. The United States of America.
- Agustina, Y., & Diana, A. I. N. (2023). PENGARUH DAYA SERAP TERHADAP KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR LOKAL KABUPATEN SUMENEP. *NAROTAMA JURNAL TEKNIK SIPIL*, 7(2), 08-15.
- ASTM C39/C39M – 14. Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. American Society for Testing and Material.
- Anggara, A. D., Rahmawati, A., & Nurhidayati, A. (2017). Studi Eksperimen Penggantian Agregat

Kasar Dengan Terak Baja Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 3(2).

American Concrete Institute. (1991). Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. ACI 211.1-91. United States: ACI Comitte.

Badan Standarisasi Nasional. (1990b).SNI 03-1971-1990 Tentang Metode Pengujian Kadar Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. (1990).SK SNI S-36-1990-03. Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

Badan Standarisasi Nasional. (1998).SNI 03-4810-1998. Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan. Standar Nasional Indonesia,

Badan Standardisasi Nasional. (2002).SNI 03-6805-2002. Metode Pengujian untuk Mengukur Nilai Kuat Tekan Beton pada Umur Awal dan Memproyeksikan Kekuatan pada Umur Berikutnya. Badan Standarisasi Nasional, Indonesia.

Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI- 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung.

Badan Standarisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004 Tentang Semen Portland. Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 2847:2013 tentang

Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.