

Studi Komparasi Kuat Tekan Beton antara Limbah Debu dan Limbah *Cutting* Besi sebagai Campuran Beton

Kartika Hapsari Sutantiningrum¹, Devi Megarusti Pratiwi², Muhtarom Riyadi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. DR. G.A Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, 16425

¹E-mail: ra.kartikahapsarisutantiningrum@sipil.pnj.ac.id

Abstrak — Limbah aktivitas peleburan besi dapat berupa debu dan potongan besi dimana limbah ini dihasilkan dengan bahan baku besi bekas. Limbah tersebut dapat menggantikan bahan penyusun beton. Pada pengujian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan penambahan campuran limbah debu (sampel A) dan potongan besi yang telah lolos saringan 1 cm (sampel B) pada beton silinder berukuran 10 x 20 cm dengan banyaknya sampel benda uji masing-masing berjumlah 3 pada umur 14 dan 28 hari. Pengujian dilakukan pada umur beton 14 hari dan 28 hari dengan proses perendaman, kemudian dilakukan pengeringan selama 24 jam dan pengujian tekan beton dengan alat *compression testing machine*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kuat tekan beton pada sampel A lebih besar daripada sampel B dengan selisih kuat tekan pada hari ke 14 sebesar 1,69 Mpa dan selisih kuat tekan pada hari ke 28 sebesar 1,86 Mpa.

Kata-kata kunci: beton; debu besi; potongan besi; kuat tekan.

Abstract — Waste from iron smelting activities can be in the form of dust and pieces of iron where this waste is produced using scrap iron as raw material. This waste can replace the building blocks of concrete. In this test, the compressive strength of concrete was tested by adding a mixture of waste dust (sample A) and pieces of iron that had passed through a 1 cm sieve (sample B) on cylindrical concrete measuring 10 x 20 cm with the number of test object samples each totaling 3 at age 14 and 28 days. Tests were carried out at 14 days and 28 days of concrete using a soaking process, then drying for 24 hours and compression testing of the concrete using a *compression testing machine*. From the calculation results, it was found that the compressive strength value of the concrete in sample A was greater than that in sample B with the difference in compressive strength on the 14th day being 1.69 Mpa and the difference in compressive strength on the 28th day being 1.86 Mpa.

Keywords: concrete; iron dust; iron pieces; compressive strength.

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya aktivitas peleburan besi sebagai bahan atau material pembangunan konstruksi seperti pembangunan jembatan, gedung, dll menjadikan limbah dari peleburan besi semakin meningkat. Limbah dari proses peleburan besi dengan bahan baku besi bekas dikenal sebagai limbah debu pengolahan besi. Debu ini adalah sisa dari pemisahan besi dari unsur pengotor (Amalia, 2011).

Limbah debu peleburan besi dihasilkan dari proses peleburan besi dengan bahan baku besi bekas. Limbah ini terdiri dari debu yang dihasilkan dari tahap akhir proses peleburan besi untuk menghilangkan korosi yang menempel dari besi yang akan diproses selain berupa debu limbah yang dihasilkan dari peleburan besi ini berupa potongan-potongan besi, limbah ini dapat digunakan untuk bahan campuran beton atau mortar. Debu limbah besi ini memiliki ukuran butiran antara 20-75 mesh dengan kandungan unsur-unsur seperti Fe, Karbon (C), Oksigen (O₂),

Natrium (Na), Magnesium (Mg), Silika (Si), Mangan (Mn), dan Kalsium (Ca) (Amalia, 2011). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah peleburan besi dapat digunakan sebagai pengganti semen dalam mortar; hasilnya memenuhi standar ASTM untuk adukan yang lebih plastis dan meningkatkan kekuatan tekan beton. Limbah-limbah yang dihasilkan dapat berdampak buruk pada kesehatan, terutama kesehatan pernafasan, maka diperlukan pengolahan serta pemanfaatan agar limbah tersebut tidak berdampak buruk bagi kesehatan manusia dan kebersihan lingkungan.

Salah satu pemanfaatannya dapat digunakan sebagai campuran beton, butiran halus yang seragam dari limbah debu dapat meningkatkan kekuatan dan *workability*. Beton yang tidak memiliki distribusi butiran halus yang seragam akan menjadi tidak kohesif, mudah pecah, tidak kuat, dan lebih berat (Amalia & Agung Bb, 2012).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah merupakan material komposit yang terbentuk dari pencampuran semen Portland, agregat halus, agregat kasar, dan air yang fungsinya sebagai pereaksi kimia antara semen dan air yang membuat campuran mengeras (Sutikno, 2003). Beton didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus, agregat kasar, semen portland dan air tanpa tambahan zat aditif (Departemen Pekerjaan Umum, 1971). Tetapi belakangan ini definisi dari beton sudah semakin luas, dimana beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak dapur tinggi, sulfur, serat dan lain-lain (Neville, A.M & J.J Brooks, 1987). Nilai kekuatan tekan dari beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) yang dibebani dengan gaya tekan sampai benda uji hancur. Nilai kuat tarik beton sangat kecil, berkisar antara 10% - 15% dari nilai kuat tekannya. Sehingga untuk menambah kuat tarik beton dapat dilakukan dengan diberi tulangan yang mampu menahan gaya tarik.

Bahan Penyusun Beton Agregat adalah istilah kolektif untuk bahan mineral seperti pasir, kerikil, dan batu pecah yang digunakan dengan media pengikat (seperti air, aspal, semen Portland, kapur, dan sebagainya). Untuk membentuk bahan campuran (misalnya beton aspal bitumen dan beton). Agregat sebagai salah satu bahan penyusun beton memiliki fungsi untuk mengurangi susut beton dan mempengaruhi nilai keekonomisan beton. Semen Portland adalah salah satu media pengikat yang menyatukan agregat halus dan agregat kasar menjadi massapadat melalui proses hidrasi. Semen Portland adalah semen hidrolik yang diproduksi dengan menggiling terak semen Portland, terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang digiling bersama dengan beberapa bahan lainnya. Air adalah bahan yang diperlukan agar beton bereaksi dengan semen Portland. Air digunakan untuk melarutkan semen menjadi pasta, yang kemudian mengikat semua agregat, dari agregat halus hingga agregat kasar (SNI 2847-2013).

Limbah logam adalah limbah padat yang tidak dapat diurai secara alami atau dengan proses biologi, yang berasal dari industri logam (primary metal industries), contohnya industri peleburan logam atau dari industri yang menggunakan produk logam (fabricated metal product),

contohnya industri kaleng (Adhani, 2017). Logam yang terbanyak didaur ulang adalah besi dan baja. Proses daur ulang sama dengan proses logam pada umumnya yaitu dengan peleburan dan pencetakan kembali (Nindya dkk, 2016). Limbah logam dapat dengan mudah dipisahkan dari sampah lainnya dengan menggunakan magnet. Pada umumnya, semua jenis logam dapat didaur ulang tanpa mengurangi kualitas logam tersebut, dan menjadikan logam sebagai bahan yang dapat didaur ulang dengan tidak terbatas. Selain besi dan baja, salah satu jenis limbah logam yang sering didaur ulang adalah kaleng bekas minuman atau makanan, yang biasanya terbuat dari aluminium dan campuran logam lainnya (Rajiman, 2015). Kaleng dapat mencemari lingkungan yaitu apabila bereaksi dengan udara luar sehingga kaleng akan berkarat, dan apabila karat terkena air kemudian masuk ke dalam tanah, maka akan mengganggu kesuburan tanah. Sampah merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian untuk mengatasinya. Upaya pengelolaan sampah di masyarakat masih belum maksimal, dengan limbah yang ada sekitar. Pengelolaan limbah harus segera diperbaiki karena memiliki dampak negatif terhadap masyarakat di masa depan (Adit, 2013). Limbah cutting besi adalah bahan dari mesin cutting plasma dan gas, yang dapat digunakan sebagai campuran mix desain beton.

Kekuatan tekan adalah kapasitas maksimum suatu material untuk menahan beban per unit area. Kekuatan tekan beton normal umumnya berkisar antara 20 - 40 MPa. Kekuatan beton dipengaruhi oleh rasio semen air, jenis agregat, kemampuan kerja, curing, dan usia beton. Untuk mendapatkan beton dengan kekuatan yang diinginkan, beton perlu dirawat dengan baik pada usia dini, sehingga proses hidrasi berjalan dengan sempurna. Uji kuat tekan dilakukan dengan mesin uji tekan (UTM) dengan menempatkan sampel silinder berdiameter 150 mm, dan tinggi 300 mm secara tegak lurus dan diberi beban tekan secara bertahap hingga objek sampel runtuh.

Sifat beton yang baik adalah jika beton tersebut memiliki kuat tekan tinggi (antara 20 – 50 Mpa, pada umur 28 hari). Dengan kata lain dapat diasumsikan bahwa mutu beton ditinjau hanya dari kuat tekannya saja. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, yaitu:

1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan Fungsi dari faktor air semen yaitu:

- Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar lebih mudah dalam pencetakan beton. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan, merupakan beton yang terbaik (L.J. Murdock & K.M Brook, 1979)

2. Umur beton Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut..
3. Jenis dan jumlah semen Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuan penggunaannya.
4. Sifat agregat Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat berukuran besar luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang.

Kuat tekan adalah sifat kritis beton karena dapat mempengaruhi kualitas material secara keseluruhan, kuat tekan beton didefinisikan sebagai besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan beton tersebut hancur pada saat diberikan gaya tekan yang dihasilkan oleh mesin uji tekan.

III. METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan antara lain:

1. Limbah debu pengolahan besi (Sampel A);
2. Limbah *cutting* kasar pengolahan besi, lolos saringan 1 cm (Sampel B);
3. Semen;
4. Air;

5. Pasir;
6. Batu Split (2-3 cm)
7. Minyak Begisting



Gambar 1. Limbah Debu Pengolahan Besi



Gambar 2. Limbah Cutting Kasar Pengolahan Besi

Alat Penelitian

1. Cetakan benda uji berbentuk silinder;
2. Alat slump test;
3. Alat ukur;
4. *Compression testing machine*;
5. Sekop;
6. Molen;
7. Kantong limbah;
8. Ember limbah.

Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini, menggunakan metode eksperimental, yaitu menggunakan percobaan dan pengujian secara langsung untuk mendapatkan hasil. Beberapa variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah pengujian slump test dan pengujian kuat tekan yang dilakukan dengan *compression testing machine*. Benda uji yang digunakan beton silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Terdapat dua belas sampel benda uji, untuk sampel limbah debu pengolahan besi (sampel A) sebanyak 6 buah dan sampel limbah cutting besi dengan

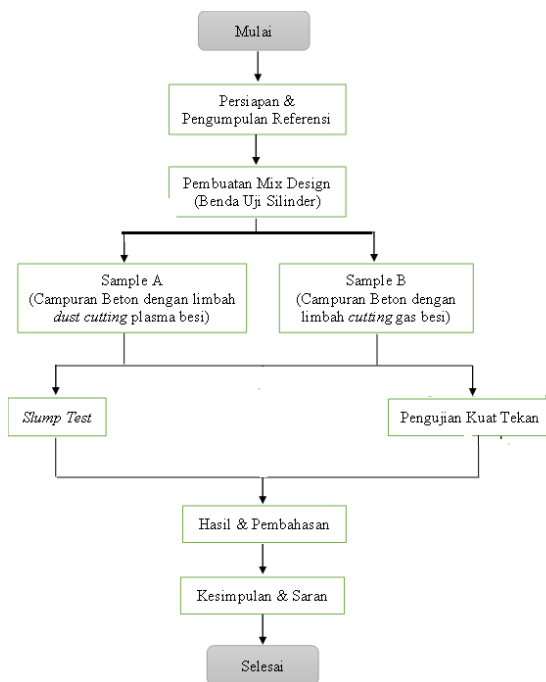
besaran pencampuran sebesar 5% dari kebutuhan semen. Uji tekan dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari.

Tabel 1. Rincian sampel benda uji

Sampel	Slump Tes	Uji Kuat Tekan	
		14 Hari	28 Hari
Sampel A	1	3	3
Sampel B	1	3	3

Tahapan Penelitian

Proses penelitian ini dimulai dengan persiapan bahan dan pengumpulan referensi, pembuatan mix design sampel A dan sampel B; pembuatan benda uji silinder; pengujian slump; dan pengujian kuat tekan. Standar yang digunakan untuk menilai kekuatan tekan silinder didasarkan pada SNI 1974–2011. Berikut tahapan-tahapan penelitian:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Workability Beton Segar

Nilai slump yang didapatkan menunjukkan tingkat workability beton segar (Kemudahan beton untuk dikerjakan). Untuk sampel A didapatkan hasil slump test setinggi 21 cm, sedangkan untuk sampel B didapatkan hasil slump test setinggi 19 cm. Perbedaan hasil ini karena ada campuran yang mempengaruhi masing-masing sampel. Nilai tes gagal pada sampel menunjukkan kekentalan (viscosity), plastisitas, dan kohesif beton segarnya. Karena

SNI tidak digunakan untuk rancangan beton SCC, pengujian slump tidak mengacu pada SNI.

Perhitungan Campuran Beton Untuk 1m³

1. Pasir = 742 kg
2. Kerikil = 1.083 kg
3. Semen = 335 kg
4. Air = 200 liter
5. Limbah = 5% x 335 kg = 16,75 kg

Menghitung volume 10 benda uji silinder 10 x 20 cm :
 Volume = 10 ($\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$) = 10 ($\frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 \times 2$) = 15,7 liter dibulatkan menjadi 20 liter.

Kebutuhan bahan untuk membuat 10 sampel benda uji silinder beton ukuran 10 x 20 cm :

1. Pasir = $\frac{20}{1000} \times 742 = 14,84$ kg
2. Kerikil = $\frac{20}{1000} \times 1.083 = 21,66$ kg
3. Semen = $\frac{20}{1000} \times 335 = 6,7$ kg
4. Air = $\frac{20}{1000} \times 200$ liter = 4 liter
5. Limbah = $\frac{20}{1000} \times 16,75 = 0,335$ kg

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan hasil pengujian SNI 03-1974-1990 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 20 cm dan diameter 10 cm.

Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan :

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan

- f'c = Kuat tekan beton (MPa)
- A = luas penampang benda uji (mm²)
- P = beban tekan (N)

Perhitungan Kuat Tekan Sampel 14 Hari

Untuk perhitungan kuat tekan umur 14 hari dikonversi ke umur 28 hari yang mengacu pada perhitungan PBI 1971 dengan angka pengalinya 0,88.

1. P = 63.000 N x 0,88 = 55.440 N
2. P = 42.000 N x 0,88 = 36.960 N
3. P = 52.000 N x 0,88 = 45.760 N

Pada pengujian kuat tekan beton menggunakan silinder beton ukuran 10 x 20 cm sehingga harus dikonversi ke silinder beton standar ukuran 15 x 30 cm dengan pengali 1,04 didasarkan pada sumber SNI 1974:2011.

Perhitungan Kuat Tekan Sampel A umur 14 hari

Untuk perhitungan f'c' kuat tekan sebagai berikut :

1. $P = 55,44 \text{ Kg/cm}^2 = 55.440 \text{ N}$
 $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$
 $f_c = \frac{P}{A} = \frac{55.440}{7850} = 7,06 \text{ Mpa}$
 Konversi : $7,06 \times 1,04 = 7,34 \text{ Mpa}$
2. $P = 36,96 \text{ Kg/cm}^2 = 36.960 \text{ N}$
 $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$
 $f_c = \frac{P}{A} = \frac{36.960}{7850} = 4,7 \text{ Mpa}$
 Konversi : $4,7 \times 1,04 = 4,89 \text{ Mpa}$
3. $P = 45,76 \text{ Kg/cm}^2 = 45.760 \text{ N}$
 $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$
 $f_c = \frac{P}{A} = \frac{45.760}{7850} = 5,83 \text{ Mpa}$
 Konversi : $5,83 \times 1,04 = 6,06 \text{ Mpa}$
4. Rata – rata kuat tekan sampel A 14 hari =
 $\frac{7,06 + 4,7 + 5,83}{3} = \frac{17,59}{3} = 5,86 \text{ MPa.}$
 Konversi : $5,86 \times 1,04 = 6,1 \text{ Mpa}$

Perhitungan Kuat Tekan Sampel B Umur 14 Hari

Perhitungan kuat tekan sampel B umur 14 hari dikonversi ke umur 28 hari yang mengacu pada perhitungan PBI 1971 dengan angka pengalinya 0,88.

1. $P = 37.000 \text{ N} \times 0,88 = 32.560 \text{ N}$
2. $P = 33.000 \text{ N} \times 0,88 = 29.040 \text{ N}$
3. $P = 39.000 \text{ N} \times 0,88 = 34.320 \text{ N}$

Dalam hal ini uji kuat tekan beton silinder menggunakan silinder beton ukuran 10 x 20 cm sehingga harus dikonversi ke silinder beton standar ukuran 15 x 30 cm dengan pengali 1,04 didasarkan pada sumber SNI 1974;2011.

Untuk perhitungan f_c' kuat tekan sebagai berikut :

1. $P = 32,56 \text{ Kg/cm}^2 = 32.560 \text{ N}$
 $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$
 $f_c = \frac{P}{A} = \frac{32.560}{7850} = 4,15 \text{ Mpa}$
 Konversi : $4,15 \times 1,04 = 4,32 \text{ Mpa}$
2. $P = 29,04 \text{ Kg/cm}^2 = 29.040 \text{ N}$
 $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$
 $f_c = \frac{P}{A} = \frac{29.040}{7850} = 3,7 \text{ Mpa}$
 Konversi : $3,7 \times 1,04 = 3,85 \text{ Mpa}$
3. $P = 34,32 \text{ Kg/cm}^2 = 34.320 \text{ N}$
 $A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$
 $f_c = \frac{P}{A} = \frac{34.320}{7850} = 4,37 \text{ Mpa}$
 Konversi : $4,37 \times 1,04 = 4,55 \text{ Mpa}$
4. Rata – rata kuat tekan sampel B 14 hari =
 $\frac{4,32 + 3,85 + 4,55}{3} = \frac{12,72}{3} = 4,24 \text{ MPa.}$
 Konversi : $4,24 \times 1,04 = 4,41 \text{ Mpa}$

Perhitungan Kuat Tekan Sampel 28 Hari

Perhitungan Kuat Tekan Sampel A umur 28 Hari:

1. $P = 85 \text{ Kg/cm}^2 = 85.000 \text{ N}$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{85.000}{7850} = 10,828 \text{ Mpa}$$

$$\text{Konversi : } 10,83 \times 1,04 = 11,26 \text{ Mpa}$$

2. $P = 46 \text{ Kg/cm}^2 = 46.000 \text{ N}$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{46.000}{7850} = 5,859 \text{ Mpa}$$

$$\text{Konversi : } 5,86 \times 1,04 = 6,09 \text{ Mpa}$$

3. $P = 60 \text{ Kg/cm}^2 = 60.000 \text{ N}$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{60.000}{7850} = 7,643 \text{ Mpa}$$

$$\text{Konversi : } 7,64 \times 1,04 = 7,94 \text{ Mpa}$$

4. Rata – rata kuat tekan sampel A 28 hari =

$$\frac{10,828 + 5,859 + 7,643}{3} = \frac{24,33}{3} = 8,11 \text{ MPa.}$$

$$\text{Konversi : } 8,11 \times 1,04 = 8,43 \text{ Mpa}$$

Perhitungan Kuat Tekan Sampel B umur 28 Hari:

1. $P = 47 \text{ Kg/cm}^2 = 47.000 \text{ N}$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{47.000}{7850} = 5,98 \text{ Mpa}$$

$$\text{Konversi : } 5,98 \times 1,04 = 6,22 \text{ Mpa}$$

2. $P = 52 \text{ Kg/cm}^2 = 52.000 \text{ N}$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{52.000}{7850} = 6,62 \text{ Mpa}$$

$$\text{Konversi : } 6,62 \times 1,04 = 6,88 \text{ Mpa}$$

3. $P = 50 \text{ Kg/cm}^2 = 50.000 \text{ N}$

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 78,5 \text{ cm}^2 = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_c = \frac{P}{A} = \frac{50.000}{7850} = 6,37 \text{ Mpa}$$

$$\text{Konversi : } 6,37 \times 1,04 = 6,62 \text{ Mpa}$$

4. Rata – rata kuat tekan sampel B 28 hari =

$$\frac{5,98 + 6,62 + 6,37}{3} = \frac{18,97}{3} = 6,32 \text{ MPa.}$$

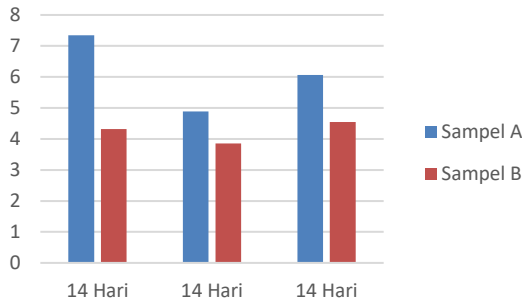
$$\text{Konversi : } 6,32 \times 1,04 = 6,57 \text{ Mpa}$$

Tabel 2. Rekap hasil pengujian kuat tekan sampel a dan b umur 14 hari dan 28 hari

	Sampel A			Sampel B		
	Luas (mm)	Pmax (N)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)	Luas (mm)	Pmax (N)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)
Umur Beton						
14 Hari	7.850	55.440	7,34	7.850	32.560	4,32
14 Hari	7.850	36.960	4,89	7.850	29.040	3,85
14 Hari	7.850	45.760	6,06	7.850	34.320	4,55
28 Hari	7.850	85.000	11,26	7.850	47.000	6,22

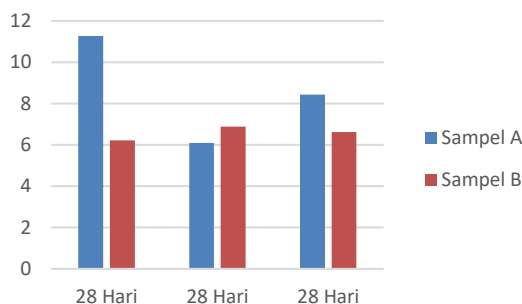
28 Hari	7.850	46.000	6,09	7.850	52.000	6,88
28 Hari	7.850	60.000	8,43	7.850	50.000	6,62

Hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan dengan umur beton 14 hari dan 28 hari pada sampel A dan B kemudian dilakukan perbandingan.



Gambar 2. Perbandingan kuat tekan f_c' sampel A dan B umur 14 Hari

Hasil perbandingan kuat tekan beton pada umur 14 hari didapatkan hasil sampel A mempunyai kuat tekan beton yang lebih besar dibandingkan dengan sampel B. Hasil rata-rata kuat tekan sampel A yaitu sebesar 6,1 MPa dan sampel B sebesar 4,41 Mpa. Didapatkan hasil kuat tekan beton umur 14 hari pada sampel A lebih besar dengan selisih sebesar 1,69 Mpa.



Gambar 3. Perbandingan kuat tekan F_c' sampel A dan B umur 28 Hari

Sedangkan hasil perbandingan kuat tekan beton pada umur 28 hari didapatkan hasil sampel A mempunyai kuat tekan beton yang lebih besar dibandingkan dengan sampel B. Hasil rata-rata kuat tekan sampel A yaitu sebesar 8,43 MPa dan sampel B sebesar 6,57 Mpa. Didapatkan hasil kuat tekan beton umur 28 hari pada sampel A lebih besar sebesar 1,86 Mpa.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pengujian kuat tekan beton yang didesain dengan tambahan campuran limbah

debu pengolahan besi (Sampel A) dan limbah *cutting* kasar pengolahan besi, lolos saringan 1 cm (Sampel B) didapatkan hasil kuat tekan beton pada sampel A lebih besar daripada sampel B, baik pada pengujian pada umur beton 14 hari dan umur beton 28 hari. Hal ini dikarenakan ukuran agregat pada limbah sampel A lebih kecil berupa butiran debu limbah besi dimana semakin halus agregat dapat memudahkan dalam blending, membuat kohesif, menjadikan workabilitynya tinggi serta meningkatkan kepadatan beton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Politenik Negeri Jakarta karena telah memberikan hibah dana penelitian, yang memungkinkan peneliti melakukan penelitian dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Adhani, R., Husaini. (2017). *Logam berat sekitar manusia*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.

Yuliansyah, A. (2013). *Pemanfaatan limbah kaleng sebagai bahan dasar koagulan berbasis aluminium*. Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Amalia & Agung, Bb. (2012). Pemanfaatan limbah debu peleburan bijih besi (debu spons) sebagai pengganti sebagian semen pada mortar. *Poli-Teknologi*, 11(1).

Amalia. (2011). Studi potensi limbah debu pengolahan baja (dry dust collector) sebagai bahan tambah pada beton. *Poli Teknologi*, 10(1).

Anisya, Lutfiana N., Luqman, Moch. & Denny, D. (2017). Pemanfaatan limbah padat debu eaf pada perusahaan peleburan baja sebagai pengganti semen pada campuran beton. *Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application*, 367-372.

Aristianti, R. & Risdianto, Y. (2020). Penggunaan electric furnace slag pada pembuatan beton kinerja tinggi dengan perbedaan perlakuan perawatan. *Rekayasa Teknik Sipil*, 02(2), 1-4.

Brian, B. P. T., & Wardhono, A. (2018). Pengaruh penggunaan bottom ash batu bara dan limbah las karbit sebagai substitusi semn pada campuran paving block. *Jurnal Tenik Sipil*, 1(1), 56-57.

Departemen Pekerjaan Umum, (1971). *Peraturan beton bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.

L. J. Murdock, dan K. M. Brook. (1979). *Bahan dan praktek beton*. Andi, Yogyakarta

Neville, A.M., dan J.J. Brooks. (1987). *Concrete technology*. Penerbit Longman Scientific and Technical, New York.

Nindya, R. D., Dermawan, D., & Ahari, L. (2016). Studi pemanfaatan limbah B3 karbit dan fly ash sebagai bahan campuran beton siap pakai (BSP). *Jurnal Presipitasi*, 13(1).

Rajiman. 2015. Pengaruh penambahan limbah karbit dan agregat alam (feldspart) terhadap sifat fisik beton. *Jurnal Penelitian*, 4(2).

- SNI 03-2847-2002. (2002) *Tata cara perhitungan struktur beton*. Badan Standar Nasional
- SNI 2847-2013. (2013) *Persyaratan beton struktural*. Badan Standar Nasional
- SNI 03-1974-1990. (1990). *Metode pengujian kuat tekan beton*. Penerbit Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2471-1991. (1991). *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- Sukarman, Erlina, Y., Lilis, T., Shofie, R., & Viona, S. (2022). pengaruh substitusi slag nikel dan fly ash terhadap kuat tekan beton sebagai pemecah gelombang. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 9(1), 121-128.
- Sutikno. (2003). *Panduan praktek beton*. Universitas Negeri Surabaya.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Yanuarini, Erlina, Andi, I., Sukarman, & Ryan, A. (2022). Pengaruh substitusi slag baja terhadap kuat tekan beton porous non pasir. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1).