



ANALISA KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN BELING BAJA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS

Ergi Syahrial Putra¹, Yunan Hanun², Agastyasa Ghea Amarta³

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER,
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA

ergisyahrialputra@gmail.com

ABSTRACT

Steel shards are waste products of iron metal fabrication processes that have hard, rough, and sharp characteristics, and have the potential to be used as an alternative material in concrete mixtures. This study aims to analyze the effect of partial substitution of fine aggregate with steel shard waste on the compressive strength of concrete, while supporting sustainable industrial waste management efforts. The variations of steel shard substitution used are 0%, 7.5%, 17.5%, 27.5%, and 37.5% of the weight of fine aggregate in a normal concrete mixture with a design quality of f_c 25 Mpa. The results of the study showed that the average concrete compressive strength test at the age of 28 days for normal concrete without steel shards (0%) was 25.17 Mpa, the result has reached the planned concrete quality of 25 Mpa, while the average concrete compressive strength with variations in steel shards decreased compared to the normal concrete compressive strength in variations in steel shard mixtures of 7.5%, 17.5%, 27.5% and 37.5% were 21.93 Mpa, 23.01 Mpa, 21.79 Mpa and 18.96 Mpa. One of the causes of the decrease in concrete compressive strength is that the addition of steel shards can reduce a good bond between the cement paste and aggregate because the surface of the shard tends to be smooth and hard, so that its adhesive power is lower than normal aggregate. Based on the results of the research and analysis that have been carried out, it can be concluded that the effect of the addition of steel shards tends to be negative, because all variations of steel shard mixtures produce lower compressive strength than normal concrete without steel shard mixture.

Keywords: Steel Shard, Industrial Waste, Fine Aggregate, Concrete, Compressive Strength

ABSTRAK

Belting baja merupakan limbah hasil proses fabrikasi logam besi yang memiliki karakteristik keras, kasar, dan tajam, serta berpotensi dimanfaatkan sebagai material alternatif dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi sebagian agregat halus dengan limbah beling baja terhadap kuat tekan beton, sekaligus mendukung upaya pengelolaan limbah industri yang berkelanjutan. Variasi substitusi beling baja yang digunakan adalah 0%, 7,5%, 17,5%, 27,5%, dan 37,5% terhadap berat agregat halus pada campuran beton normal dengan mutu rencana f_c 25 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan pengujian nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari untuk beton normal tanpa beling baja (0%) adalah 25,17 Mpa, hasil tersebut telah mencapai mutu beton yang direncanakan yaitu 25 Mpa, sedangkan kuat tekan beton rata-rata dengan variasi beling baja mengalami penurunan terhadap kuat tekan beton normal pada variasi campuran beling baja 7,5%, 17,5%, 27,5% dan 37,5% adalah sebesar 21,93 Mpa, 23,01 Mpa, 21,79 Mpa dan 18,96 Mpa. Salah satu penyebab penurunan kuat tekan beton adalah penambahan beling baja dapat mengurangi ikatan yang baik antara pasta semen dan agregat karena permukaan beling cenderung licin dan keras, sehingga daya lekatnya lebih rendah dibanding agregat normal. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan beling baja tersebut cenderung bersifat negatif, karena seluruh variasi campuran beling baja menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal tanpa campuran beling baja.

Kata kunci: Beling Baja, Limbah Industri, Agregat Halus, Beton, Kuat Tekan



PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia sangat pesat, dan seiring pembangunan infrastruktur yang terus meningkat, maka perkembangan teknologi pada material bangunan juga ikut meningkat terutama pada elemen struktural maupun arsitektural. Berkembangnya pembangunan infrastruktur berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus dikembangkan dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton khususnya beton struktural. Hal ini dilakukan dengan cara mensubstitusikan bahan-bahan pengganti, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, semen dan juga bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton. Bahan yang digunakan sebagai bahan campuran tersebut difokuskan dengan memanfaatkan material limbah. (Biemo & Soemardi, 2024)

Beling baja merupakan limbah atau sisa bahan dari proses fabrikasi logam besi dimana besi mengeluarkan buih hitam yang keras, kasar, dan tajam. Jika dilihat dari strukturnya, material beling baja ini mempunyai kualitas yang sebanding dengan agregat halus atau pasir. Sifat sebenarnya yang disinggung adalah mengenai ukuran bahan beling baja. Sejalan dengan itu, agregat halus juga bersumber dari daya alam yang pada akhirnya akan habis dan tidak mudah untuk didapat, sehingga diperlukan pilihan lain sebagai bahan pengganti.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak substitusi agregat halus dengan limbah beling baja pada kuat tekan beton, serta memberikan kontribusi tentang cara efisien dan berkelanjutan dalam mengelola limbah industri. Maka dengan menggunakan beling baja, pada penelitian ini mengganti sebagian agregat halus dengan beling baja dengan komposisi 0%, 7.5%, 17.5%, 27.5%, dan 37.5% ke dalam campuran bahan beton normal, dimana hal ini diharapkan dapat menentukan pengaruh penambahan beling baja terhadap mutu beton struktural yang direncanakan yakni f_c 25 Mpa.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*) membentuk massa padat (SNI 03-2834-2000). Beton sendiri merupakan struktur bangunan yang sudah sangat umum digunakan dalam bidang konstruksi bangunan sipil. Bahan Penyusun Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang terdiri dari semen, air dan agregat campuran (halus dan kasar) ataupun juga bisa dengan menambahkan bahan tambahan (*admixture*) dalam perbandingan tertentu. Berikut ini akan dijabarkan mengenai bahan-bahan pembentuk beton yang juga dipakai sebagai acuan pada penelitian ini. Adapun material-material dalam pembentuk beton adalah sebagai berikut:

a. Agregat

Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik. (SNI 03-2887-2002)

b. Semen Portland

Menurut SNI 15-2049-2004 semen Portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Jenis semen ini merupakan semen hidraulis yang akan bereaksi dengan air dan mengalami reaksi kimia yang kemudian dapat merekatkan butir-butir agregat. (SNI 15-2049-2004)

c. Air

Dalam pembuatan beton, air adalah unsur yang penting karena memiliki dua fungsi utama. Pertama, Air diperlukan untuk reaksi campuran yang membuat semen mengikat mengeras. Yang kedua, air mempermudah pengerjaan dan pemadatan dengan bertindak sebagai pelumas untuk campuran semen, pasir, dan kerikil. Air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti: lumpur, tanah liat, bahan organik, asam organik, alkali dan gram – garam lainnya.



Beling Baja

Slag merupakan produk samping dari hasil proses fabrikasi besi maupun baja selama di tungku tanur yang diperoleh melalui beberapa macam proses sehingga menghasilkan jenis-jenis *Slag* seperti *Granulated Blast Furnace Slag (GBFS)*, *Basic Oxygen Furnace Slag (BOF Slag)*, *Induction Furnace Slag (IF Slag)* dan *Electric Arc Furnace Slag (EAF Slag)*. (RSNI3 9290-2024)

Mix Design

Berdasarkan SNI 03-2843-2000 faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah faktor air semen, jumlah semen, umur beton, sifat agregat, dan cara pengerjaan. *Mix Design* beton merupakan suatu metode untuk membuat suatu campuran beton dengan bahan dasar semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (split/batu pecah), dan air. Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan yaitu kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (*homogen*), keawetan, kuat tekan, dan ekonomis juga merupakan syarat umum dalam pelaksanaan *Mix Design* beton. (S. N. Indonesia & Nasional, 2000)

Pengujian Slump

Pengujian *slump* adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Tujuan Pengujian *slump* adalah untuk mengecek adanya perubahan kadar air yang ada dalam adukan beton, sedangkan pemeriksaan nilai *slump* dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifatnya *workability* (kemudahan dalam pekerjaan) beton sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan, semakin rendah nilai *slump* menunjukkan bahwa beton semakin kental dan nilai *slump* yang tertinggi menunjukkan bahwa beton tersebut semakin encer. (Bohori & Wiyono, 2024)

Perawatan beton

Perawatan beton adalah usaha untuk merawat beton dengan tujuan utama untuk menjaga kadar air didalam beton yang mencukupi, artinya dalam kualitas yang mencukupi untuk keperluan pertumbuhan optimal kekakuan beton serta temperatur normal, terutama pada umur beton yang masih muda agar kekuatan dan kinerja beton dapat tumbuh dengan normal. (Jurnal et al., 2024)

Uji Kuat Tekan

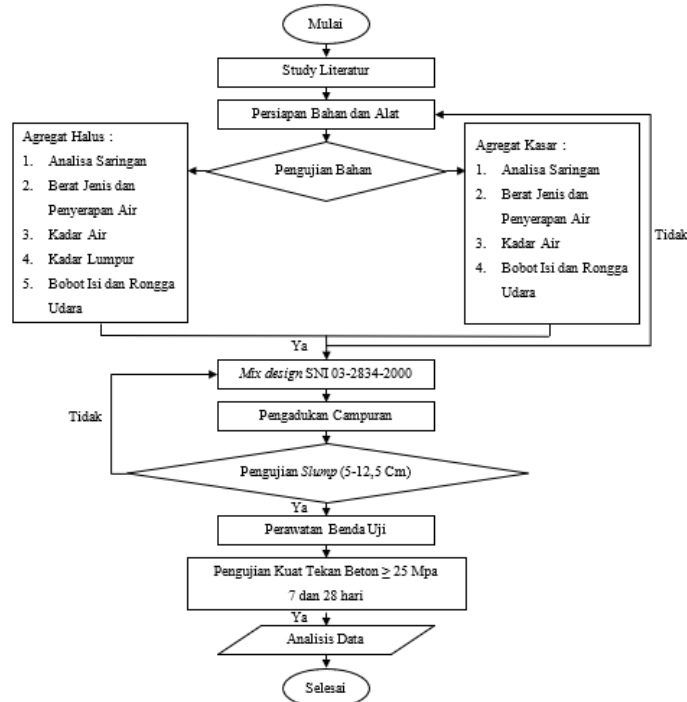
Kuat tekan beton adalah beban per satuan luas yang membuat sampel hancur pada kekuatan tekan tertentu (SK SNI M-14-1989 E). Kekuatan ini menunjukkan kualitas struktur beton dengan kualitas lebih tinggi memiliki kekuatan yang diinginkan lebih tinggi.



METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir atau flowchart di bawah ini.



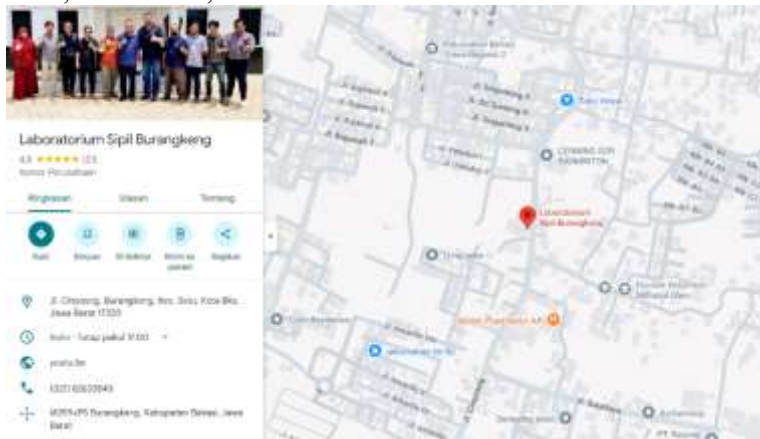
Gambar 1. Diagram Alir

Metode Penelitian

Dalam mendapatkan data untuk penelitian ini, penulis menggunakan metode eksperimen dan studi literatur dengan menggunakan pendekatan kuantitatif karena datanya berupa angka. Studi ini juga dilakukan dengan melakukan pengujian pada material yang digunakan dan membaca jurnal-jurnal yang serupa atau berkaitan dengan pengaruh penggunaan limbah beling baja terhadap kekuatan tekan beton.

Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Sipil Burangkeng Bekasi, Jl. Cinyosog, Kel. Burangkeng, Kec. Setu, Kota Bekasi, Jawa Barat, Indonesia.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2026

Limbah beling baja diperoleh dari pabrik penggilingan beling Jl. Melati No.14, Kuterejo, Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan, Jawa timur 67156.



Pemilihan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Semen

Semen merupakan bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, jika dicampur dengan air semen menjadi pasta. Fungsi utama semen adalah untuk mengisi rongga di antara butiran agregat dan merekatkan butiran agregat untuk membuat massa yang padat. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tiga Roda yang berasal dari PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk.



Gambar 3. Semen Portland

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir yang dihasilkan secara alami dari batuan yang hancur atau pasir yang dibuat oleh industri pemecah batu. Ukuran butir terbesarnya adalah 4,75 mm. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Serang, Banten.



Gambar 2. Agregat Halus

c. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil dengan ukuran butir antara 4,75 mm – 40 mm yang berasal dari batu pecah yang dibuat oleh industri pemecah batu atau yang berasal dari batuan yang pecah secara alami. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Serang, Banten.



Gambar 3. Agregat Kasar

d. Air

Air yang dapat digunakan untuk campuran beton biasanya adalah air yang memenuhi syarat sebagai air minum dan cocok untuk campuran beton. Jika air tidak sesuai dengan standar air minum, pemeriksaan visual dapat menunjukkan bahwa air tidak berwarna, tidak berbau, dan cukup jernih.

Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Sipil Burangkeng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Mix Design



Mix Design ini untuk menentukan proporsi optimal bahan penyusun beton agar menghasilkan mutu beton yang sesuai dengan kebutuhan struktural dan lingkungan. Tes ini merupakan tahap krusial dalam perencanaan beton karena memengaruhi kuat tekan, workability, durabilitas, dan efisiensi biaya. Dalam perancangan campuran beton normal dilakukan berdasarkan SNI-03-2834-2000. Perancangan campuran beton ini bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi dari bahan-bahan untuk penyusunan beton. Campuran benda uji merupakan campuran antara semen tipe 1 merek Tiga roda, Pasir, kerikil Sidamanik dan air. Berikut merupakan hasil perencana campuran beton

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) pada 28 hari adalah 25 Mpa.
2. Perhitungan deviasi standar.

Karena pada penelitian ini penulis tidak mempunyai data hasil pengujian contoh beton pada masa lalu, maka nilai deviasi standar adalah 7.

3. Menghitung nilai margin (m).

Nilai margin dapat ditentukan menurut Tabel 3.5. Oleh karena itu, nilai margin yang didapatkan

$$M = 1,64 + Sr$$

$$M = 1,64 + 7$$

$$M = 11,48$$

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$fcr = fc' + m$$

$$fcr = 25 + 11,48$$

$$fcr = 36,48 \text{ Mpa}$$

5. Menentukan jenis semen.

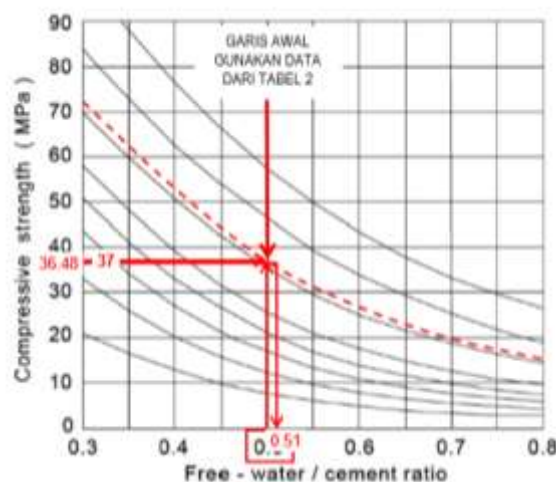
Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland tipe 1

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus.

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis agregat halus alami dan agregat kasar batu pecah

7. Menentukan faktor air semen, untuk benda uji silinder 150 × 30 mm, dipergunakan grafik pada dibawah ini.

Nilai faktor air semen yang didapat berdasarkan grafik adalah adalah 0,51



Gambar 6. Analisa Faktor Air Semen

Sumber: Penulis (2026)

8. Menetapkan faktor air semen maksimum
Nilai faktor air semen maksimum berdasarkan adalah 0,60
9. Menetapkan ukuran agregat maksimum.
Ukuran maksimum agregat yang digunakan adalah 40 mm.
10. Menentukan kadar air bebas, jika jenis agregat sudah ditentukan (dipecah atau tidak pecah) digunakan rumus:
 $W \text{ air} = 0,67Ah + 0,33Ak$
 $W \text{ air} = 0,67 \times 174 + 0,33 \times 205$



$$W_{\text{air}} = 185 \text{ kg/cm}^3$$

Dengan :

A_h = perkiraan kadar air untuk agregat halus (dilihat tabel 3.8)

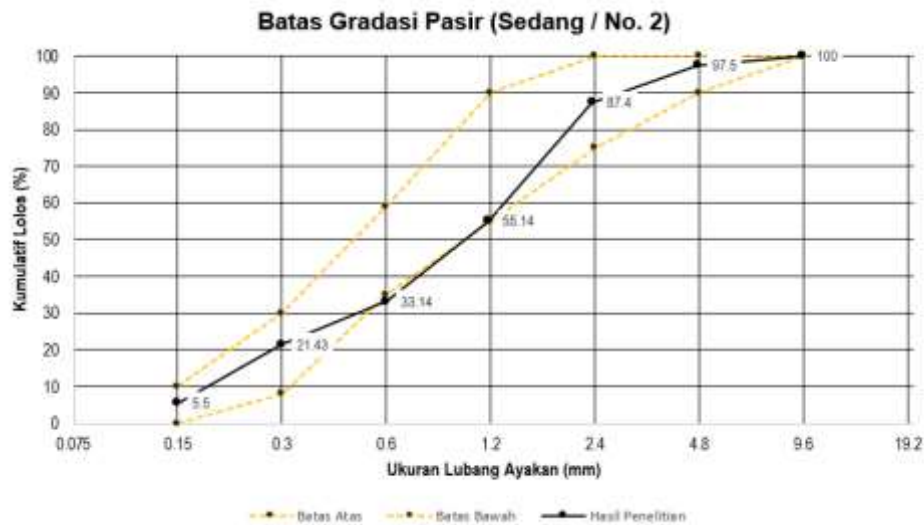
A_k = perkiraan kadar air untuk agregat kasar (dilihat tabel 3.8)

11. Menghitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen yaitu kadar air bebas dibagi dengan faktor air semen.

$$W_s = \frac{\text{kebutuhan air}}{F_{as}} = \dots \text{ kg/m}^3$$

$$W_s = \frac{205}{0,51} = 362,33 \text{ kg/m}^3$$

12. Menentukan susunan besar butir agregat halus



Gambar 7. Batas Gradasi Pasir No.2

Sumber : Penulis (2026)

Dengan melakukan analisa layaknya menurut standar analisa yang berlaku, kurva dari pasir dapat dibandingkan. Berdasarkan hasil grafik berdasarkan Gambar 7 susunan besar butir agregat halus termasuk dalam kategori jenis pasir ukuran sedang dengan daerah gradasi nomor 2.

13. Menentukan presentase pasir

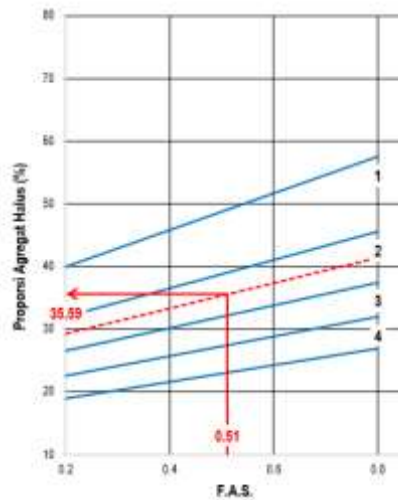
Diketahui :

Ukuran butir agregat maksimum : 40 mm

Slump : 7,5-15 cm

Faktor air semen : 362,33

Daerah susunan agregat : 2



Gambar 8. Grafik Proporsi agregat Halus
Sumber : Penulis (2026)

Berdasarkan gambar grafik di atas maka jumlah presentase pasir yang dapat adalah 35,59%.

14. Menghitung berat jenis relatif agregat menurut ketentuan berikut.

- Berat jenis agregat diperoleh dari data hasil uji di laboratorium
 - agregat Halus: 2,61
 - agregat Kasar: 2,76
- Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut.

$$Bj \text{ Camp} = \frac{P}{100} \times Bj \text{ AH} + \frac{K}{100} \times Bj \text{ AK}$$

$$Bj \text{ Camp} = \frac{41,4}{100} \times 2,61 + \frac{59,6}{100} \times 2,76$$

$$Bj \text{ Camp} = 2,74$$

Keterangan :

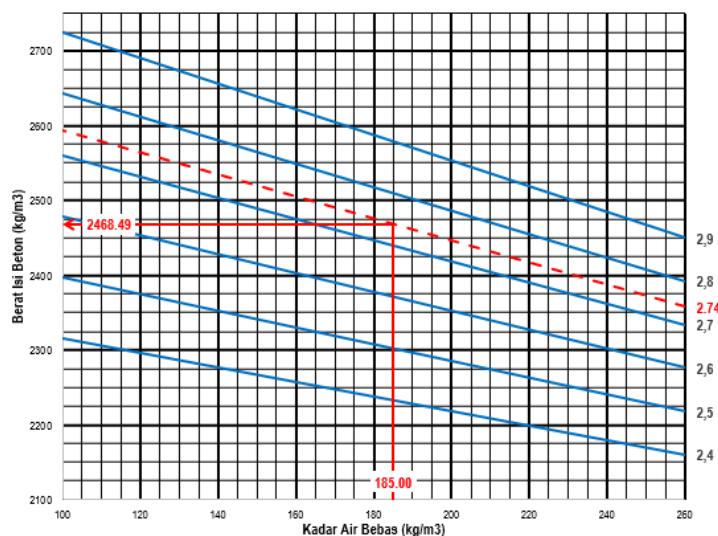
Bj camp = Berat jenis agregat campuran

Bj AH = Berat jenis agregat halus

Bj AK = Berat jenis agregat kasar

P dan K = presentase agregat halus dan kasar terhadap campuran

15. Menentukan berat jenis beton dengan kadar air dan berat jenis campuran yang sudah ditentukan



Gambar 9. Grafik Berat Isi Beton
Sumber : Penulis (2016)



Berat jenis beton yang diperoleh berdasarkan grafik Gambar 9 adalah $2468,49 \text{ kg/m}^3$

16. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.

$$W_{Ag} = 2468,49 - 362,33 - 185$$

$$W_{Ag} = 1920,67 \text{ Kg}$$

17. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persentase pasir dan agregat gabungan.

$$W_{Ah} = 36\% \times 1920,67$$

$$W_{Ah} = 691,44 \text{ Kg}$$

18. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus.

$$W_{Ak} = 64\% \times 1920,67$$

$$W_{Ak} = 1229,23 \text{ Kg}$$

19. Dari langkah-langkah tersebut diatas dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m^3 beton.

Air	(a)	=	185.00	liter
Semen	(b)	=	362.33	kg
Agregat halus	(c)	=	691.44	kg
Agregat kasar	(d)	=	1229.23	kg
Jumlah		=	2,468.00	kg

20. Koreksi proporsi campuran.

Kadar air agregat halus	(a)	=	2.59 %
Penyerapan agregat halus	(b)	=	2.65 %
Kadar air agregat kasar	(c)	=	4.8 %
Penyerapan agregat kasar	(d)	=	5 %

- Air
 $= 19.a + (((20.b - 20.a) \times 19.c / 100) + ((20.d - 20.c) \times 19.d / 100))$
 $= 185 \times 2.59 + (((2.65 - 2.59) \times 691.44 / 100) + ((5 - 4.8) \times 1229.23 / 100))$
 $= 187.87$
- Semen = Tetap
 $= 362.33$
- Agregat Halus
 $= 19.c - ((20.b - 20.a) \times 19.c / 100)$
 $= 691.44 - ((2.65 - 2.59) \times 691.44 / 100)$
 $= 691.03$
- Agregat Kasar
 $= 19.d - ((20.d - 20.c) \times 19.d / 100)$
 $= 1229.23 - ((5 - 4.8) \times 1229.23 / 100)$
 $= 1226.77$

Air	=	187.87	liter
Semen	=	362.33	kg
Agregat halus	=	691.03	kg
Agregat kasar	=	1226.77	kg
Jumlah	=	2,468.00	kg

21. Berdasarkan hasil perhitungan, maka proporsi bahan pembentuk beton untuk 6 benda uji silinder ukuran $15 \times 30 \text{ cm}$ yaitu:

Diketahui :

a. Diameter silinder = $0,15 \text{ m}$



- b. Tinggi silinder (t) = 0,30 m
- c. Volume silinder = $\frac{1}{4} \times \pi \times (d^2) \times t$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15^2) \times 0,30$
= 0,00529 m³
- d. Volume aman = $V + (10\% \times V)$
= 0,00529 + (0,1 x 0,00529)
= 0,00583 m³
- Proporsi campuran untuk 6 silinder (15 cm x 30 cm)
- a. Air = 187,87 L x 0,00583 x 6 = 6,5 L
- b. Semen = 362,33 kg x 0,00583 x 6 = 12,67 kg
- c. Agregat Kasar = 12267,77 kg x 0,00583 x 6 = 42,90 kg
- d. Agregat Halus = 646,53 kg x 0,00583 x 6 = 24,16 kg
22. Proporsi bahan pembentuk beton untuk campuran beling baja 7,5%
- Proporsi campuran untuk 6 silinder (15 cm x 30 cm)
- a. Air = 187,87 L x 0,00583 x 6 = 6,5 L
- b. Semen = 362,33 kg x 0,00583 x 6 = 12,67 kg
- c. Agregat Kasar = 12267,77 kg x 0,00583 x 6 = 42,90 kg
- d. Beling Baja = 51,82 x 0,00583 x 6 = 1,81 kg
- e. Agregat Halus = 646,53 kg x 0,00583 x 6 = 22,61 kg
23. Proporsi bahan pembentuk beton untuk ampuran beling baja 17,5%
- Proporsi campuran untuk 6 silinder (15 cm x 30 cm)
- a. Air = 187,87 L x 0,00583 x 6 = 6,5 L
- b. Semen = 362,33 kg x 0,00583 x 6 = 12,67 kg
- c. Agregat Kasar = 12267,77 kg x 0,00583 x 6 = 42,90 kg
- d. Beling Baja = 120,93 x 0,00583 x 6 = 4,22 kg
- e. Agregat Halus = 587,20 kg x 0,00583 x 6 = 20,53 kg
24. Proporsi bahan pembentuk beton untuk ampuran beling baja 27,5%
- Proporsi campuran untuk 6 silinder (15 cm x 30 cm)
- a. Air = 187,87 L x 0,00583 x 6 = 6,5 L
- b. Semen = 362,33 kg x 0,00583 x 6 = 12,67 kg
- c. Agregat Kasar = 12267,77 kg x 0,00583 x 6 = 42,90 kg
- d. Beling Baja = 190,032 x 0,00583 x 6 = 6,64 kg
- e. Agregat Halus = 527,87 kg x 0,00583 x 6 = 18,46 kg
25. Proporsi bahan pembentuk beton untuk ampuran beling baja 37,5%
- Proporsi campuran untuk 6 silinder (15 cm x 30 cm)
- a. Air = 187,87 L x 0,00583 x 6 = 6,5 L
- b. Semen = 362,33 kg x 0,00583 x 6 = 12,67 kg
- c. Agregat Kasar = 12267,77 kg x 0,00583 x 6 = 42,90 kg
- d. Beling Baja = 259,13 x 0,00583 x 6 = 9,06 kg
- e. Agregat Halus = 468,55 kg x 0,00583 x 6 = 16,38 kg

Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton segar (*workability*) melalui pengukuran besarnya penurunan tinggi campuran beton setelah cetakan kerucut diangkat. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan mutu beton segar yang akan digunakan, khususnya berkaitan dengan kemampuan campuran beton dalam mengalir dan mengisi cetakan secara baik. Semakin besar nilai *slump* yang diperoleh, maka campuran beton tersebut menunjukkan konsistensi yang lebih cair. Sebaliknya, semakin kecil nilai *slump*, maka campuran beton cenderung lebih kaku sehingga lebih sulit dalam proses pengerjaan. Beton segar yang baik harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu mudah diolah, tidak mengalami segregasi atau pemisahan antara agregat dan pasta semen, serta tidak terjadi *bleeding* atau pemisahan air dari campuran. Adapun hasil pengujian *slump* pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

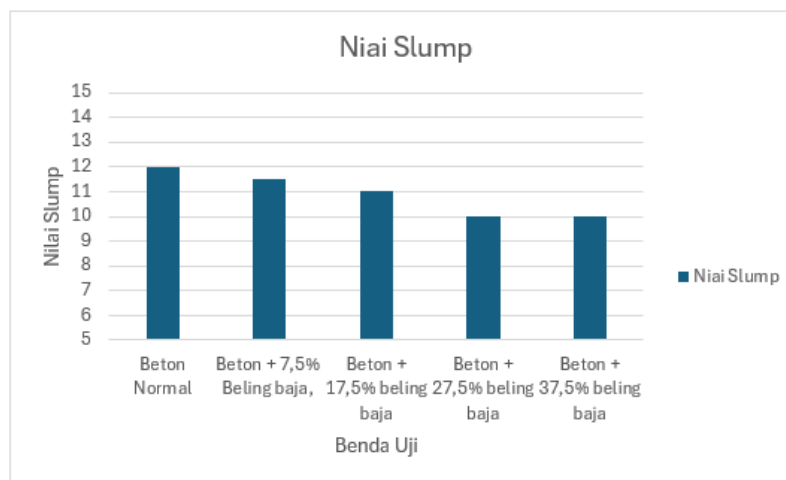


Tabel 1. Hasil Pengujian *Slump*

Benda Uji	Niai <i>Slump</i>
Beton Normal	12
Beton + 7,5% Beling baja,	11.5
Beton + 17,5% beling baja	11
Beton + 27,5% beling baja	10
Beton + 37,5% beling baja	10

Sumber: Penulis (2026)

Berdasarkan Tabel 1 nilai *slump* beton normal sebesar 12 cm menurun menjadi 10 cm setelah ditambahkan beling baja 7,5%, 17,5%, 27,5% dan 37,5%. Beberapa penyebab penurunan nilai *slump* dapat diakibatkan karena nilai penyerapan air beling baja yang lebih besar dari agregat halus serta tekstur beling baja yang kasar dan gradasi butiran beling baja yang seragam.



Gambar 10. Pengujian Nilai *Slump*

Sumber: Penulis (2026)

Grafik menunjukkan nilai *slump* yang stabil di 10 cm pada campuran beton dengan beling baja 7,5%, 17,5%, 27,5% dan 37,5% menandakan dampak minimal terhadap kelecakan.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menilai apakah beton telah mencapai kuat tekan sesuai dengan mutu rencana. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban tekan pada umur tertentu. Dalam penelitian ini, pengujian terhadap kekuatan tekan beton dilakukan saat beton telah berumur 7 dan 28 hari. Sebelum proses pengujian, benda uji terlebih dahulu dirawat dengan cara perendaman dalam air dan akan diangkat satu hari sebelum pengujian. Mutu beton yang ditargetkan dalam penelitian ini adalah sebesar 25 Mpa. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan *compression testing machine*. Berikut merupakan rekapitulasi data hasil pengujian kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 3. Kuat Tekan Beton Umur 7 hari

Benda Uji		Berat Beton	Beban	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Rasio
Beton Normal	1	12.23	278.3	15.7	15.43	61.7
	2	12.37	270.1	15.2		
	3	12.34	269.5	15.2		
BN + BB 7.5%	1	11.96	238.4	13.4	13.45	53.7
	2	11.64	237.3	13.4		



	3	11.82	236.9	13.4		
BN + BB 17.5%	1	11.74	258	13.7	14.12	56.5
	2	11.66	241.9	13.6		
	3	11.68	248.4	14.0		
BN + BB 27.5%	1	11.76	246.6	13.9	13.36	53.4
	2	11.76	242.6	14.6		
	3	11.8	219	12.3		
BN + BB 37.5%	1	11.78	219.6	12.4	11.63	46.5
	2	12.02	217	12.2		
	3	12.08	179.7	10.1		

Sumber: Penulis (2026)

1. Beton Normal

a) Benda uji 1

$$\frac{278,3}{17662,5} \times 1000 = 15,75N/mm^2$$

b) Benda uji 2

$$\frac{270,1}{17662,5} \times 1000 = 15,28N/mm^2$$

c) Benda uji 3

$$\frac{269,5}{17662,5} \times 1000 = 15,25N/mm^2$$

2. Beton + 7,5% beling baja

a) Benda uji 1

$$\frac{238,4}{17662,5} \times 1000 = 13,49N/mm^2$$

b) Benda uji 2

$$\frac{237,3}{17662,5} \times 1000 = 13,43N/mm^2$$

c) Benda uji 3

$$\frac{236,9}{17662,5} \times 1000 = 13,41N/mm^2$$

3. Beton + 17,5% beling baja

a) Benda uji 1

$$\frac{258,0}{17662,5} \times 1000 = 14,60N/mm^2$$

b) Benda uji 2

$$\frac{241,9}{17662,5} \times 1000 = 13,69N/mm^2$$

c) Benda uji 3

$$\frac{248,4}{17662,5} \times 1000 = 14,06N/mm^2$$

4. Beton + 27,5% beling baja

a) Benda uji 1

$$\frac{246,6}{17662,5} \times 1000 = 13,95N/mm^2$$

b) Benda uji 2

$$\frac{242,6}{17662,5} \times 1000 = 13,73N/mm^2$$

c) Benda uji 3

$$\frac{219}{17662,5} \times 1000 = 12,39N/mm^2$$

5. Beton + 37,5% beling baja



- a) Benda uji 1
 $\frac{219,6}{17662,5} \times 1000 = 12,43/mm^2$
- b) Benda uji 2
 $\frac{217}{17662,5} \times 1000 = 12,28N/mm^2$
- c) Benda uji 3
 $\frac{180}{17662,5} \times 1000 = 10,17N/mm^2$

Tabel 4. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Benda Uji		Berat Beton	Beban	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Rasio
Beton Normal	1	12.25	453.8	25.69	25.17	100.66
	2	12.23	440.5	24.93		
	3	12.22	439.5	24.88		
BN + BB 7.5%	1	11.76	388.8	22.01	21.93	87.70
	2	11.88	387.0	21.90		
	3	11.62	386.3	21.87		
BN + BB 17.5%	1	11.78	420.7	23.81	23.02	92.09
	2	11.68	394.5	22.33		
	3	11.68	405.1	22.93		
BN + BB 27.5%	1	11.78	402.1	22.76	21.79	87.16
	2	11.78	395.6	22.39		
	3	11.78	357.1	20.22		
BN + BB 37.5%	1	11.92	358.1	20.27	18.96	75.85
	2	11.78	353.9	20.03		
	3	11.82	293.0	16.59		

Sumber: Penulis (2026)

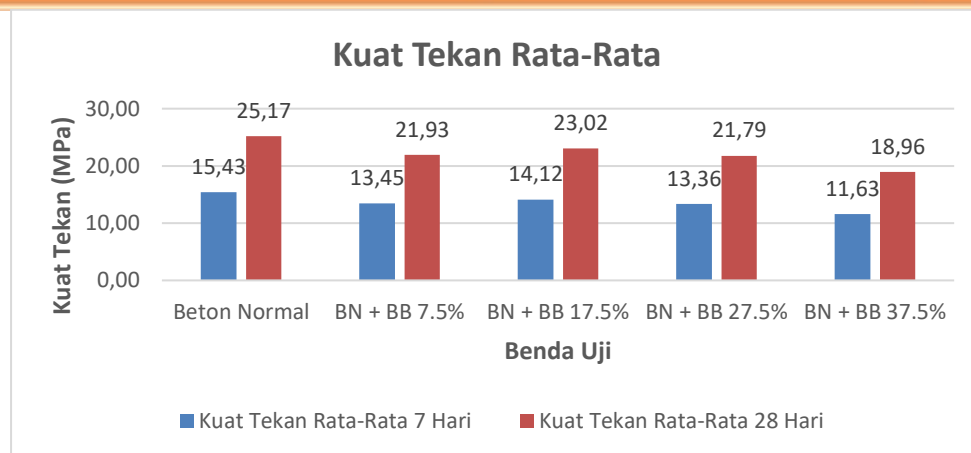
$$\text{Rumus Kuat Tekan} = \frac{\text{Beban (N)}}{\text{Luas Penampang}(mm^2)} \times 1000$$

1. Beton Normal
 - a) Benda uji 1
 $\frac{453,8}{17662,5} \times 1000 = 25,68N/mm^2$
 - b) Benda uji 2
 $\frac{440,5}{17662,5} \times 1000 = 24,93N/mm^2$
 - c) Benda uji 3
 $\frac{439,5}{17662,5} \times 1000 = 24,87N/mm^2$
2. Beton + 7,5% beling baja
 - a) Benda uji 1
 $\frac{388,8}{17662,5} \times 1000 = 22N/mm^2$
 - b) Benda uji 2
 $\frac{387}{17662,5} \times 1000 = 21,9N/mm^2$



- c) Benda uji 3
$$\frac{386,3}{17662,5} \times 1000 = 21,86N/mm^2$$
3. Beton + 17,5% beling baja
- a) Benda uji 1
$$\frac{420,7}{17662,5} \times 1000 = 23,81N/mm^2$$
- b) Benda uji 2
$$\frac{394,5}{17662,5} \times 1000 = 22,32N/mm^2$$
- c) Benda uji 3
$$\frac{405,1}{17662,5} \times 1000 = 22,92N/mm^2$$
4. Beton + 27,5% beling baja
- a) Benda uji 1
$$\frac{402,1}{17662,5} \times 1000 = 22,76N/mm^2$$
- b) Benda uji 2
$$\frac{395,6}{17662,5} \times 1000 = 22,39N/mm^2$$
- c) Benda uji 3
$$\frac{357,1}{17662,5} \times 1000 = 20,21N/mm^2$$
5. Beton + 37,5% beling baja
- a) Benda uji 1
$$\frac{358,1}{17662,5} \times 1000 = 20,27N/mm^2$$
- b) Benda uji 2
$$\frac{353,9}{17662,5} \times 1000 = 20,03N/mm^2$$
- c) Benda uji 3
$$\frac{293}{17662,5} \times 1000 = 16,58N/mm^2$$

Berdasarkan hasil pengujian menurut Tabel 3 dan Tabel 4 bahwa kuat tekan untuk spesimen beton normal mencapai kekuatan tekan yang ditentukan. Pada beton normal diperoleh kuat tekan beton rata-rata pada umur 7 hari sebesar 15,43 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 25,17 Mpa. Sedangkan untuk spesimen beton yang menggunakan beling baja sebagai substitusi agregat halus menunjukkan penurunan kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari. Pada campuran beton dengan penambahan beling baja sebesar 7,5% didapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 13,45 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 21,93 Mpa. Pada campuran beton dengan penambahan beling baja sebesar 17,5% didapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 14,02 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 23,02 Mpa. Pada campuran beton dengan penambahan beling baja sebesar 27,5% didapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 13,36 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 21,79 Mpa. Pada campuran beton dengan penambahan beling baja sebesar 37,5% didapatkan nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 11,63 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 18,96 Mpa.



Gambar 11. Kuat Tekan Rata-Rata Beton 28 Hari
Sumber: Penulis (2026)

Dari grafik Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari untuk beton normal tanpa beling baja (0%) adalah 25,17 Mpa, hasil tersebut telah mencapai mutu beton yang direncanakan yaitu 25 Mpa, sedangkan kuat tekan beton rata-rata dengan variasi beling baja mengalami penurunan terhadap kuat tekan beton normal pada variasi campuran beling baja 7,5%, 17,5%, 27,5% dan 37,5% adalah sebesar 21,93 Mpa, 23,01 Mpa, 21,79 Mpa dan 18,96 Mpa.

Penurunan kuat tekan beton pada campuran yang menggunakan beling baja diduga disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu penyebab penurunan kuat tekan beton adalah penambahan beling baja dapat mengurangi ikatan yang baik antara pasta semen dan agregat karena permukaan beling cenderung licin dan keras, sehingga daya lekatnya lebih rendah dibanding agregat normal. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya zona transisi antar muka yang lebih lemah, sehingga beton lebih mudah mengalami retak saat menerima beban tekan. Penggunaan beling baja dalam campuran beton juga berpotensi menurunkan workability beton. Apabila campuran menjadi kurang homogen, maka pemadatan beton tidak berlangsung sempurna dan dapat menimbulkan rongga atau pori di dalam beton. Semakin banyak rongga yang terbentuk, maka struktur beton menjadi kurang padat dan kuat tekannya menurun. Hal ini terlihat pada variasi 7,5%, 17,5%, 27,5%, dan terutama 37,5% yang menunjukkan nilai kuat tekan lebih rendah dibanding beton normal.

Pada kadar tertentu, seperti variasi 17,5%, kuat tekan beton memang sedikit meningkat dibanding variasi 7,5%, yaitu dari 21,93 MPa menjadi 23,01 MPa. Hal ini dapat terjadi karena pada persentase tersebut beling baja masih mampu mengisi sebagian rongga dalam campuran sehingga susunan material menjadi relatif lebih rapat. Namun demikian, peningkatan tersebut belum mampu melampaui kuat tekan beton normal, karena secara umum pengaruh negatif dari lemahnya ikatan dan potensi terbentuknya pori masih lebih dominan. Pada variasi yang lebih tinggi yaitu 27,5% dan 37,5%, kuat tekan kembali menurun menjadi 21,79 MPa dan 18,96 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase beling baja yang digunakan, semakin besar pula kemungkinan terjadinya ketidakseragaman campuran, meningkatnya rongga, dan berkurangnya sifat monolit beton. Akibatnya, beton menjadi lebih rapuh dan tidak mampu menahan beban tekan secara optimal.

Secara keseluruhan, dapat dianalisis bahwa penambahan beling baja belum mampu meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton normal. Faktor utama penyebabnya adalah rendahnya daya ikat antara beling baja dengan pasta semen, berkurangnya kepadatan campuran, serta meningkatnya porositas beton seiring bertambahnya persentase beling baja

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan beling baja berpengaruh terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari. Pengaruh



tersebut cenderung bersifat negatif, karena seluruh variasi campuran beling baja menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal tanpa campuran beling baja. Beton normal pada variasi 0% memperoleh kuat tekan rata-rata sebesar 25,17 MPa, sedangkan beton dengan penambahan beling baja sebesar 7,5%, 17,5%, 27,5%, dan 37,5% masing-masing menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 21,93 MPa, 23,01 MPa, 21,79 MPa, dan 18,96 MPa.

2. Nilai maksimum kuat tekan beton pada penelitian ini diperoleh pada beton normal tanpa penambahan beling baja (0%), yaitu sebesar 25,17 MPa, sehingga telah memenuhi mutu beton rencana sebesar 25 MPa. Adapun pada beton yang menggunakan campuran beling baja, nilai kuat tekan optimum terdapat pada variasi 17,5%, yaitu sebesar 23,01 MPa, namun nilai tersebut masih lebih rendah dibandingkan beton normal.

Penambahan beling baja sebagai bahan pengganti pasir akan mengurangi workability adukan beton karena kadar penyerapan air beling baja yang lebih besar dibandingkan pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, B. (2019). *Evaluasi Tahi Besi Sebagai Pengisi Pasir Dan Abu Ampas Tebu Sebagai Pengisi Semen Pada Campuran Beton*.
- Ar-rasyid, A., Kesumawati, V., & Pratiwi, D. (2024). *Analisis Penggunaan Iron Slag Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. 05(02), 32–41.
- Astm, S. N. I. (2012). *Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (ASTM C 136-06, IDT)*.
- Badan, K., & Nasional, S. (2019). *PENETAPAN STANDAR NASIONAL INDONESIA 2847 : 2019 PERSYARATAN BETON STRUKTURAL UNTUK BANGUNAN GEDUNG DAN PENJELASAN SEBAGAI REVISI DARI STANDAR NASIONAL INDONESIA 2847 : 2013*. 8.
- Biemo, P., & Soemardi, W. (2024). *Orasi ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung*.
- Bohori, M., & Wiyono, S. (2024). *ANALISIS STRUKTUR PASCA BAKAR MENGGUNAKAN FLEX TAPE TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU BETON FC ' 20 MPA ANALYSIS OF POST-FIRED STRUCTURE USING FLEX TAPE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE QUALITY FC ' 20 MPA*. 01, 37–48.
- Cara, T., & Struktur, P. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*.
- Cookson, M. D., & Stirk, (2019). *Inovasi Beton*. Universitas Islam Riau, 8–37. [https://repository.uir.ac.id/2151/14/H.BAB III LANDASAN TEORI.pdf](https://repository.uir.ac.id/2151/14/H.BAB%20III%20LANDASAN%20TEORI.pdf)
- Hadi, P. N., & Setiawan, A. A. (2019). *Studi Eksperimental Penambahan Limbah Bubut Sebagai Bahan Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. *Widyakala Journal*, 6(1), 77. <https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i1.148>
- Hijriah, H., & Yunianti, N. H. (2021). *Pemanfaatan Limbah Iron Slag Sebagai Material Pengganti Sebagian Pasir Pada Produksi Beton*. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 10(2), 117. <https://doi.org/10.24127/tp.v10i2.1580>
- Indonesia, N. (2024). *RSNII*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2004). *Semen portland campur*.
- Mahmudah, I. S., Rutama, D., & Artanti, L. D. (2024). *Analisis Kuat Tekan Beton dengan Limbah Serat Bubut Besi sebagai Bahan Tambah Campuran Beton*. 16(3), 98–111.
- Muh. Hajir Ahmad, Adnan Adnan, & Hamka Hamka. (2024). *Pengaruh Penambahan Iron Slag Sebagai Substitusi Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Pada Beton*. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 3(1), 303–320. <https://doi.org/10.55606/juprit.v3i1.3517>
- Paryati, N. (2001). *Compressive Strength of Concrete With the Addition of Powdered Iron and Steel*. 20–31. *PP-No.36-tahun-2005-tentang-bangunan-gedung.pdf*. (n.d.).
- Prima, Y., Rumbayrso, A., Bakhrul, N., (2022). *ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN LIMBAH CIRCUM SLAG Material penyusun beton*. 27–28.
- Satrio, W. V. A., & Sudjarmiko, A. (2020). *Pengaruh Penambahan Superplasticizer, Serat Steel Wire, dan Slag Baja Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Absorpsi Pada Beton SCC*. *Simposium Nasional RAPI XIX Tahun 2020 FT UMS*, 142–152.
- Sni, S. K. (2002). *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*.
- Sudjarmiko, A., & Dredha Pradipta, A. (2021). *Analisis Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Absorpsi Pada Beton Dengan Penambahan Limbah Slag Baja Yang Variatif, Superplasticizer, Dan Serat Steel Wire Terhadap*



- Beton Normal. *Simposium Nasional RAPI XX-2021 FT UMS*, 4, 76–87.
- Sutantiningrum, K. H., Pratiwi, D. M., & Riyadi, M. (2023). *Studi Komparasi Kuat Tekan Beton antara Limbah Debu dan Limbah Cutting Besi sebagai Campuran Beton*. 15(2), 76–82.
- Syaihu, F. R. (2022). *Pengaruh Penggunaan Serbuk Besi Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Pada Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton*.
- Tiranda, Y. L., Parung, H., & Sandy, D. (2021). Sifat Mekanik Beton Mutu Tinggi Dengan Kombinasi Slag Nikel Dan Slag Baja. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(1), 55–62. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i1.204>
- Tjokrodimuljo, K. (2007). *Beton Dalam Teknologi Beton*. 12–28.
- Umum, D. P. (2005). Pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan. *Badan Penelitian dan Pengembangan PUPR*, 1–21.
- Umum, K. P., Rakyat, D. A. N. P., Jenderal, D., Karya, C., Pengembangan, D., & Permukiman, K. (n.d.). *Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat direktorat jenderal cipta karya direktorat pengembangan kawasan permukiman*.
- WAHYUDI MAHENDRA. (2022). *Perencanaan Beton Mutu Tinggi Dengan Perbandingan Bahan Tambah Sikagrout 215 New*. 1–100.
- Wibowo, H., Adly, E., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Yogyakarta, U. M. (2016). *Kuat Tekan Beton Untuk Rigid Pavement dengan Campuran Limbah Steel Slag Sebagai Penggati Agregat Halus dan Zat Additive Dengan Variasi Umur Beton*.