

**TINJAUAN TERAK BAJA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI
AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TARIK BETON,
DENGAN METODE PERBANDINGAN 1 : 1,5 : 2,5
(SUPLEMEN BAHAN AJAR MATA KULIAH TEKNOLOGI BETON)**

Alfaolis Suriarso Suryo¹, Anis Rahmawati², Roemintoyo³
e-mail: alfaaoliss@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh terak terhadap kuat tarik beton. Mengetahui persentase kuat tarik maksimal yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan membuat 11 variasi terhadap penggantian terak terhadap agregat kasar, dengan proporsi campuran 1: 1,5 : 2,5 dengan silinder ukuran 15 cm x 30 cm. Hasil penelitian ini penggantian terak berpengaruh terhadap kuat tarik. Kuat tarik optimal dengan penggantian terak 50% sebesar 7,67 Mpa.

Kata Kunci : beton, terak, kuat tarik.

ABSTRACT: The study aims to determine the effect of slag on the tensile strength of concrete. Knowing the percentage of the maximum tensile strength of the resulting. This study was conducted to create 11 variations on the replacement of the slag to coarse aggregate, with the proportion of a mixture of 1: 1.5: 2.5 with a cylinder the size of 15 cm x 30 cm. The results of this study slag replacement effect on tensile strength. Optimal tensile strength with 50% slag replacement of 7.67 Mpa.

Keywords : concrete, slag, tensile strength.

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

² Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

³ Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Sebelas Maret

PENDAHULUAN

Limbah merupakan buangan atau sisa yang dihasilkan dari suatu proses kegiatan suatu industri atau domestik. Limbah dari suatu industri dapat digunakan kembali untuk bahan pengganti agregat kasar pada campuran beton misalnya seperti pecahan genteng, pecahan ubin, dan limbah bekas pengecoran logam yang berupa terak (klelet).

Definisi slag atau terak dalam ASTM. C.989 adalah, “*Standard spesification for ground granulated Blast-Furnace Slag for use in concrete and mortar*”(ASTM, 1995:494) adalah produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan. Munculnya terak (klelet) yang dibentuk menyerupai kerikil diharapkan dapat digunakan untuk bahan pengganti dari kerikil sebagai bahan campuran beton. Industri pengecoran logam merupakan industri yang bergerak dalam bidang pengolahan logam yang menghasilkan limbah industri yang berupa terak.

Terak didapatkan dari suatu endapan pembakaran baja yang dipanaskan $\pm 1500^{\circ}$ C, endapan tersebut merupakan limbah dari pembakaran. Limbah terak merupakan kategori limbah B3. Berdasarkan PP No 101 tahun 2014 tentang limbah yang berbahaya dan beracun, limbah terak jika tidak dilakukan pengelolaan dengan benar maka akan mengakibatkan dampak negatif untuk lingkungan.

Terak berbentuk menyudut, tajam, padat, dan berwarna hitam mengkilap, Pemanfaatan terak pada saat ini belum optimal. Terak tersebut hanya dimanfaatkan untuk mengurug tanah atau bahkan dibuang

begitu saja. Bentuk terak yang menyerupai batu dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar (kerikil) dalam pembuatan beton.

Beton terdiri dari PC (semen), agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dan terkadang diberi bahan tambah (*admixture*) untuk mendapatkan kualitas beton yang diinginkan. Ada beberapa perbandingan campuran bahan penyusun beton, diantaranya 1:2:4 untuk beton padat, 1:2:3 untuk beton normal, dan 1:1,5:2,5 yang digunakan untuk beton kedap air. 1:1,5:2,5 berarti perbandingan volume bahan penyusun beton yaitu 1 semen : 1,5 agregat halus (pasir) :2,5 agregat kasar (kerikil). (Mulyono 2003:180)

Teknologi beton adalah mata kuliah yang diajarkan di Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Sebelas Maret Surakarta, dimana isi dari mata kuliah mengajarkan tentang ilmu dasar tentang beton yang diantaranya adalah pembuatan beton, yang meliputi dari awal prosedur pengujian material, metode pencampuran beton dan lain-lain.

Berdasarkan pembahasan di atas peneliti mencoba untuk menggunakan terak sebagai pengganti agregat kasar (kerikil) sebagai bahan pengganti beton. Sehingga mendorong penulis untuk mengadakan penelitian tentang “Tinjauan Terak Baja Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tarik Beton Dengan Metode Perbandingan 1 : 1,5 : 2,5 (Suplemen Pada Mata Kuliah Teknologi Beton).”

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen

hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. (SNI-03-2847-2002)

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Sedangkan menurut Mulyono (2003:3) beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*).

Dari beberapa pendapat di atas beton adalah campuran semen, agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), air, dan biasanya ada yang diberi bahan tambah (*admixture*).

Kelebihan beton adalah :

- a) Material yang mudah untuk ditemukan.
- b) Jika masih keadaan terpisah bahan mudah diangkut.
- c) Pemeliharaan mudah.
- d) Dapat menahan kuat tekan yang besar.

Kekurangan beton adalah :

- a) Berat beton yang sangat berat.
- b) Jika sudah menjadi struktur sulit untuk diubah.
- c) Membutuhkan ketelitian yang tinggi saat pekerjaannya.
- d) Kuat tarik yang rendah.

Beton tersusun atas semen agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah lainnya.

Metode Campuran Beton Perbandingan 1 : 1,5 : 2,5

Pembuatan beton adalah tahap yang sangat menentukan kualitas beton, karena setiap perbandingan yang diberikan akan menjadikan berbagai macam kualitas dari beton. Susunan perbandingan campuran beton dari yang terkecil sampai yang terbesar yaitu semen, pasir dan kerikil. Menurut Asroni (2010:13) ‘ jika adukan beton menggunakan perbandingan 1 : 1,5 : 2,5 berarti beton tersusun atas 1 bagian semen, 1,5 bagian pasir, dan 2,5 bagian kerikil” perbandingan campuran 1 : 1,5 : 2,5 merupakan campuran beton rapat air.

Kuat Tarik

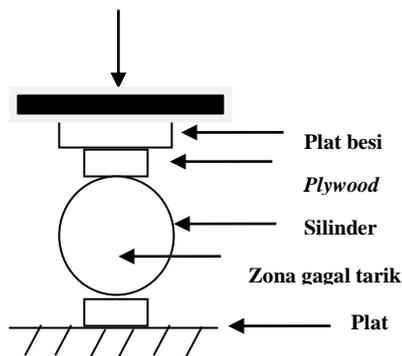
Untuk menguji kuat tarik dengan cara *Splitting test* atau *Brazilian test*. Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga *Splitting test* atau *Brazilian test* karena metode ini diciptakan di brazil (Nugroho dan Antoni 2007:262).

Tegangan tarik dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- T = kuat tarik beton. (Mpa)
 - P = beban hancur. (N)
 - l = panjang spesimen. (l)
 - d = diameter spesimen. (mm)
- Beban (P)



Gambar 1 uji kuat tarik.
(Nugroho dan Antoni 2007:262).

Terak Baja (Slag)

Terak dalam ASTM. C.989, “*Standard specification for ground granulated Blast-Furnace Slag for use in concrete and mortar*” (ASTM, 1995:494) adalah produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan. Menurut Mulyono (2003:1296) slag merupakan hasil residu pembakaran tanur tinggi. Menurut Nugroho dan Antoni (2007:106) terak adalah bahan sisa dari pengecoran besi (*pig iron*), dimana prosesnya memakai dapur (*furnace*) yang bahan bakarnya dari udara yang ditiupkan (*blast*).

Material penyusun *slag* menurut Nugroho dan Antoni (2007:106) adalah kapur, silika, dan alumina yang bereaksi pada temperatur 1600°C dan berbentuk cairan. Komposisi terak baja dengan sampel berasal dari CV. Salwa Logam Jaya terdiri SiO₂ sebesar 35,19%, Fe₂O₃ 19,58%, Al₂O₃ 6,01%, MgO 2,95%, CaO 26,51%, Na₂O 3,21%, MnO 2,63% (Herlangga, 2014).

Mata Kuliah Teknologi Beton

Teknologi beton merupakan salah satu mata kuliah yang terdapat pada prodi Pendidikan Teknik

Bangunan, Universitas Sebelas Maret yang berbobot 2 sks. Mata kuliah ini bertujuan agar mahasiswa mempunyai kompetensi dalam ilmu dasar tentang teknologi beton mulai dari prosedur awal pengujian material, membuat campuran beton (*mix design*), dan sifat-sifat beton sampai pengevaluasian mutu beton.

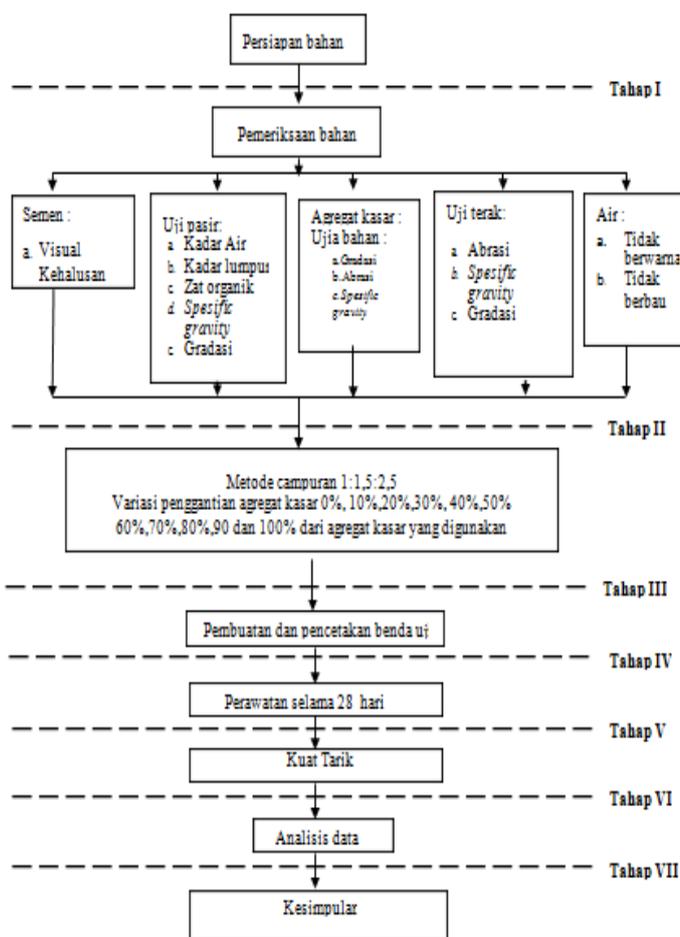
Silabus mata kuliah teknologi beton antara lain yaitu: pengenalan sifat-sifat fisis, mekanis, dan kimiawi, bahan dasar beton, yaitu : air, semen portland, agregat, dan bahan tambah, serta sifat-sifat adukan beton dan betonnya setelah mengeras, cara-cara pengolahan/pembuatan beton, meliputi cara perancangan campuran, cara pengolahan, cara pengendalian mutu, serta cara evaluasi, dan pengetahuan jenis-jenis beton.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini semua penelitian dilaksanakan di Laboratorium PTB JPTK FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk memberi gambaran tentang pengaruh penggantian terak sebagai agregat kasar dengan variasi tertentu terhadap kuat tarik, berat isi, dan absorpsi beton dengan metode perbandingan volume 1:1,5:2,5.

Desain ini dibuat dengan mengadakan eksperimen menggunakan benda uji yang digunakan untuk membandingkan dan mendapatkan jawaban dari tujuan penelitian. Adapun alur penelitian dapat di lihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Prosedur Penelitian.

Populasi ini terbatas dengan bahan uji silinder 15x30 cm dan terak sebagai bahan pengganti agregat kasar, populasi yang saya gunakan berjumlah 44 buah. Dalam penelitian ini digunakan 44 buah benda uji silinder 15x30 cm yang digunakan untuk uji kuat tarik. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah Sampel

No	Presentase penggantian Terak	Sampel uji kuat tarik
1	0 %	4 beton
2	10 %	4 beton
3	20 %	4 beton
4	30 %	4 beton
5	40 %	4 beton
6	50 %	4 beton
7	60 %	4 beton
8	70 %	4 beton
9	80 %	4 beton
10	90 %	4 beton
11	100 %	4 beton
Total Sampel		44 Beton

Sumber data dalam pelaksanaan penelitian ini dikelompokkan menjadi dua yaitu:

a. Data primer

Data primer yang digunakan untuk penelitian ini adalah hasil pengujian di laboratorium diantaranya adalah :

- 1) Pengujian semen meliputi visual dan kehalusan.
- 2) Pengujian agregat halus meliputi kadar lumpur, kadar air, *specific gravity*, dan gradasi.
- 3) Agregat kasar dan terak meliputi *abrasi*, *specific gravity*, dan gradasi.
- 4) Pengujian kuat tarik beton 28 hari.

b. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan diperoleh dari hasil analisis pengujian yang telah dilakukan, literatur berupa buku-buku dan jurnal yang relevan.

Analisa data yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas (terak)

terhadap variabel terikat (kuat tarik beton) dengan metode campuran perbandingan 1:1,5:2,5 yaitu dengan analisis regresi. Dalam melakukan analisis regresi perlu dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu yaitu uji normalitas dan uji linieritas. Analisis regresi dalam program SPSS 20 adalah dengan menggunakan regresi (*Regression*).

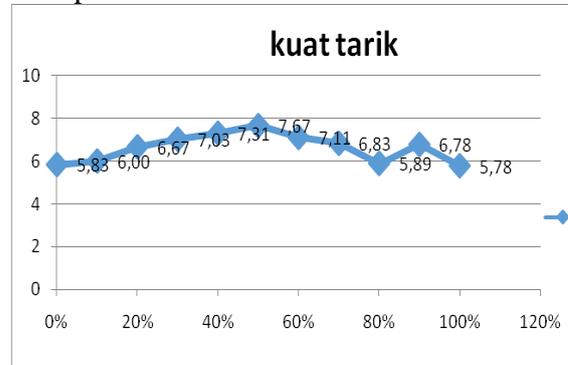
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian kuat tarik beton, dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tarik beton.

No	Variasi	Sampel	Nomor sampel	Beban (kN)	Kuat Tarik (Mpa)	Rata-rata(Mpa)
1	0%	Silinder	1	132,5	5,88	5,83
			2	147,5	6,55	
			3	107,5	4,77	
			4	137,5	6,11	
			5	145	6,44	
2	10%	Silinder	6	132,5	6,77	6
			7	132,5	5,88	
			8	110	4,88	
			9	195	8,66	
3	20%	Silinder	10	125	5,55	6,66
			11	130	5,77	
			12	150	6,66	
4	30%	Silinder	13	130	5,77	7,02
			14	175	7,77	
			15	167,5	7,44	
			16	160	7,11	
			17	200	8,88	
5	40%	Silinder	18	155	6,88	7,30
			19	147,5	6,55	
			20	155	6,88	
			21	190	8,44	
6	50%	Silinder	22	165	7,33	7,66
			23	140	6,22	
			24	195	8,66	
			25	195	8,66	
			26	145	6,44	
7	60%	Silinder	27	155	6,88	7,11
			28	145	6,44	
			29	120	5,33	
			30	190	8,44	
			31	165	7,33	
8	70%	Silinder	32	140	6,22	6,83
			33	130	5,77	
			34	150	6,66	
			35	140	6,22	
9	80%	Silinder	36	110	4,88	5,88
			37	150	6,66	
			38	130	5,77	
			39	155	6,88	
			40	175	7,77	
10	90%	Silinder	41	145	6,44	6,77
			42	145	4,44	
			43	140	6,22	
			44	135	6	

Penggantian terak yang menghasilkan kuat tarik optimal yaitu pada variasi 50% sebesar 7,67 Mpa.



Gambar 3. Grafik uji kuat tarik beton

Pengujian hipotesis

Hasil pengujian hipotesis pertama menunjukkan angka R Square adalah 0,238 sehingga dapat disimpulkan bahwa terak berpengaruh 23,8% terhadap kuat tarik beton.

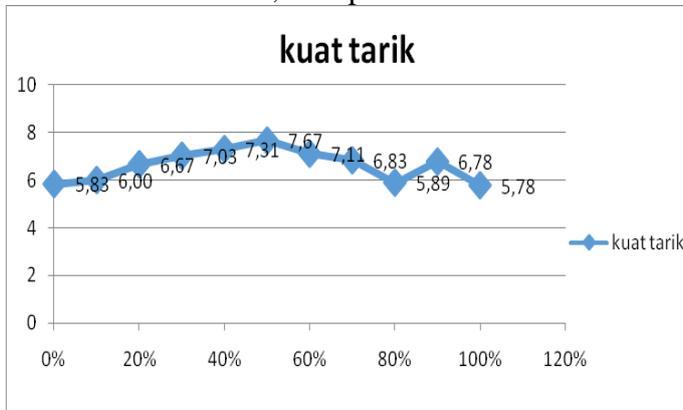
Nilai signifikansi linier 0,989 > 0,05 dan Fhitung < Ftabel (0,001 < 4,07), maka dapat diartikan bahwa penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat tarik beton tidak signifikan, sehingga digunakan persamaan regresi non linier (quadratic)

Nilai signifikansi kuadrat 0,004 < 0,05 dan Fhitung > Ftabel (6,408 > 4,07), maka dapat diartikan bahwa penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat tarik beton berpengaruh signifikan dan persamaan regresi yang berbentuk non linear (kuadrat) dapat digunakan.

Kesimpulan dari penjelasan di atas bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak yaitu penggantian terak sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tarik beton berpengaruh signifikan.

Hasil pengujian hipotesis kedua menunjukkan penggantian

terak yang menghasilkan kuat tarik optimal yaitu pada variasi 50% sebesar 7,67 Mpa.



Gambar 4. Grafik uji kuat tarik beton.

Pembahasan Hasil Analisis Data

Gambar 4 menunjukkan bahwa secara umum, sampai dengan penggantian 50% terak menaikkan kuat tarik beton. Hasil uji abras menunjukkan ketahanan aus terak lebih tinggi dari pada kerikil, sehingga dapat dikatakan terak lebih keras dari pada kerikil. Agregat yang lebih keras dapat menaikkan kuat tekan beton, sedangkan kuat tarik beton berkorelasi dengan kuat tekan beton. Semakin besar kuat tekan beton, semakin besar juga kuat tarik betonnya (Murdock, Brook, dan Hindarko 1986:8). Modulus kehalusan butiran terak juga lebih besar dari kerikil yang artinya butiran terak lebih besar dari kerikil. Butiran agregat yang lebih besar dapat meningkatkan kuat tekan beton (Boyhaqi, 2016). Tetapi pada penggantian terak 60%-100% kuat tarik mengalami penurunan karena permukaan terak lebih licin sehingga menyebabkan ikatan dengan mortar lebih sulit dibandingkan kerikil.

Nilai kuat tarik beton tidak hanya dipengaruhi oleh kekuatan agregat dari bahan penyusun beton

maupun kandungan zat kimianya tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain. Faktor lain tersebut seperti proses pengerjaan, proses pencampuran agregat, hidrasi semen, ikatan yang terjadi antara mortar dengan agregat, proses pemadatan dan tekstur dari agregat kasar penyusun beton.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ada pengaruh penggantian terak sebagai agregat kasar terhadap kuat tarik beton.
2. Persentase terak optimal sebagai pengganti agregat kasar yang menghasilkan kuat tarik beton maksimal terdapat pada persentase penggantian terak 50% yaitu sebesar 7,67 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials Standard. 1995. *ASTM C.989: Standard Spesification For Ground Granulated Blast-Furnace Slag For Use In Concrete And Mortar*. USA : ASTM Internasional.
- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Boyhaqi. 2016. [Pengaruh Modulus Halus Butir Terhadap Nilai Slump Dan Kuat Tekan Dengan Fas 0,35](#). Universitas Syiah Kuala.
- Mulyono, Tri. 2003 *Teknologi Beton*, Jakarta : Andi.

- Murdock, L.J. 1986. (Alih Bahasa oleh Stephanus Hendarko) *Bahan dan Praktek Beton*. Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, Paul, dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton, dari material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.