

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

Aliem Sudjatmiko¹, Ayoga Dredha Pradipta²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: as155@ums.ac.id

Abstrak

Pada umumnya limbah yang dihasilkan dari pabrik industri limbah slag baja apabila tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan masalah lingkungan. Hal ini tentu tidak diharapkan baik oleh perusahaan maupun oleh masyarakat umum sehingga perlu diteliti apakah steel wire limbah ban bekas dapat digunakan sebagai bahan tambah serat dan limbah slag baja yang dihasilkan dari industri rumahan daerah Ceper, Klaten dapat digunakan sebagai substitusi agregat kasar dalam pencampuran beton, seberapa besar kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang dihasilkan serta perlu diketahui apakah beton hasil pencampuran limbah ini dapat digunakan untuk bahan konstruksi bangunan, dan bagaimana perbandingannya. Parameter pengujian adalah kuat tekan dan kuat tarik belah beton hasil campuran limbah yang dibandingkan dengan beton tanpa campuran limbah. Perbandingan pencampuran agregat halus dengan limbah slag baja yaitu 0%, 25%, 50%, 75% dan perbandingan dengan penambahan steel wire 2% dari volume benda uji dan Superplasticizer dengan kadar 1,5% menggunakan produk dengan merk Sika Viscocrete-1003 dari berat volume binder dengan mutu beton 40 MPa. Jumlah benda uji sebanyak 40 buah silinder. Pengujian beton dilakukan pada umur beton 28 hari.

Kata Kunci: kuat tekan; kuat tarik belah; limbah slag baja; steel wire; superplasticizer

Pendahuluan

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*cement portland*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture/additive*). Untuk mengetahui, dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Karena beton merupakan material komposit, maka kualitas beton tergantung dari masing-masing material pembentuknya (1).

Penggunaan material bekas atau limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah atau pengganti ditelusuri sebagai bahan alternatif pada campuran beton. Banyak penelitian yang sukses memanfaatkan limbah sebagai bahan material beton, salah satunya limbah slag baja digunakan sebagai pengganti pasir. Limbah slag baja lebih unggul dibandingkan dengan pasir dalam hal kekuatan tekan, kekerasan, dan anti *weathering*. Sehingga diharapkan penggunaan limbah slag baja mampu menurunkan angka pori pada beton, meningkatkan kepadatan material penyusun beton yang ramah terhadap lingkungan. Karakteristik material slag baja memenuhi syarat untuk digunakan sebagai pengganti agregat halus, dan mengalami peningkatan kuat tekan hingga penggunaan variasi 100% agregat halus slag baja di dalam penelitiannya (2).

Walaupun beton memiliki kelebihan dikekuatan tekannya yang cukup tinggi sebagai mana dengan perencanaan yang telah direncanakan, akan tetapi beton mempunyai karakteristik kekuatan tarik yang rendah, sehingga mengakibatkan beton mudah getas atau rapuh, dan mudah retak. Oleh karena itu, diberikan cara-cara mengatasinya dengan memberikan serat di dalam campuran beton, salah satunya yaitu serat *steel wire* limbah ban bekas. Penambahan serat *steel wire* ke dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan tarik belah beton itu sampai di variasi penambahan 2% serat *steel wire*, akan tetapi penambahan serat *steel wire* ke dalam campuran beton tidak banyak menambah kekuatan tekan beton itu sendiri (3).

Berbagai jenis bahan tambah atau *admixture* dan *additive* untuk campuran beton yang telah berhasil dikembangkan pada dekade terakhir ini terutama *water reducer* atau *plasticizer*, dan *superplasticizer*. Merupakan sesuatu hal yang menunjukkan telah terjadinya kemajuan pesat pada teknologi beton. Penambahan *superplasticizer* memiliki pengaruh untuk mempertahankan faktor air semen yang telah direncanakan namun harus menyesuaikan dosis yang disarankan oleh pabrikan (4). Apabila dosis yang digunakan berlebihan akan menyebabkan beton mengalami *setting* yang lama dan bahkan bisa mengurangi kekuatan beton itu sendiri.

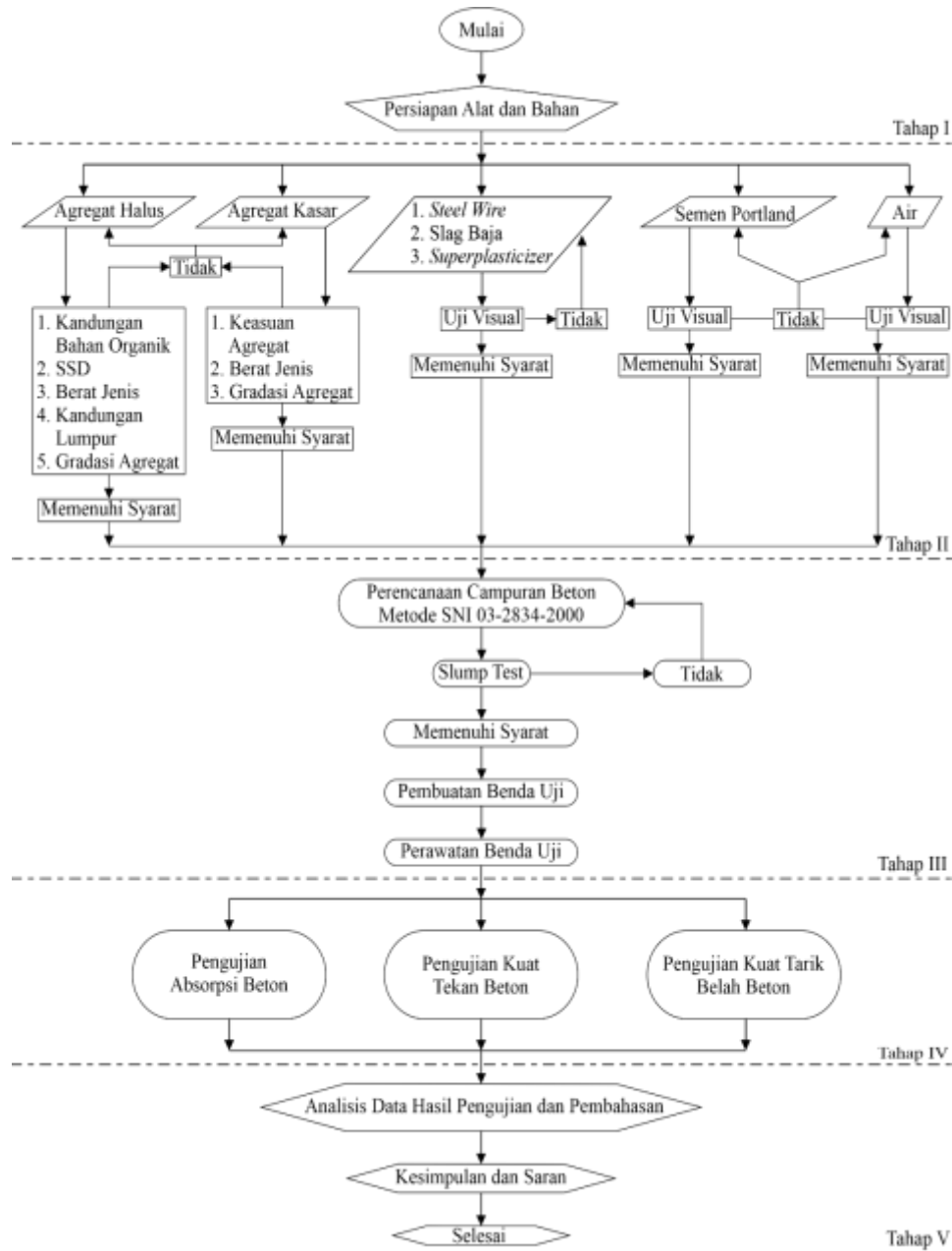
Dengan adanya penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa slag baja dapat mampu meningkatkan kuat tekan hingga penggunaan variasi 100% agregat halus slag baja, dan penambahan serat *steel wire* pada campuran beton dapat mampu meningkatkan kuat tarik belah. Untuk menghasilkan beton dengan kuat tarik belah, kuat tekan, dan absorpsi beton yang baik dilakukan percobaan penambahan *superplasticizer*, potongan *steel wire* limbah ban bekas, dan limbah slag baja sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton menggunakan metode *mix design* SNI 03-2834-2000 demi terciptanya beton yang diharapkan (5).

Menggunakan bahan tambah *superplasticizer* dengan merk Sika Viscocrete-1003 dengan kadar 1,5% dari berat volume binder, juga *steel wire* limbah ban bekas berbentuk lurus dengan panjang 2 – 3 cm, dengan kadar 2% dari berat volume benda uji, dan juga bahan tambah slag baja dengan variasi kadar 0%, 25%, 50% dan 75% dari berat volume agregat halus.

Metode Penelitian

Merupakan penelitian dari yang sudah pernah ada, mengingat beton dengan kualitas baik sudah banyak yang melakukan penelitian untuk mendapatkan kekuatan beton yang maksimal. Menggunakan bahan tambah *superplasticizer*, dan memanfaatkan *steel wire* limbah ban bekas sebagai serat, dan juga limbah slag baja, yang berperan dalam gangguan pelestarian lingkungan dengan harapan dapat menghasilkan suatu beton dengan kualitas baik yang ramah terhadap lingkungan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu suatu metode dengan menggunakan suatu percobaan guna mendapatkan suatu hasil maksimal yang kita inginkan.

Pemecahan masalah menggunakan cara statistik, yaitu dengan urutan kegiatan dalam memperoleh data sampai data itu berguna sebagai dasar pembuatan suatu keputusan diantaranya melalui proses pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan cara mengambil keputusan secara umum yang berdasarkan pada hasil penelitian.



Gambar 1. Bagan alur penelitian

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil pemeriksaan kandungan bahan organik agregat halus

Nomor	Jenis bahan	Volume (cc)	Volume total (cc)	Warna larutan yang terjadi
1	Pasir	130	200	Nomor 1
2	NaOH 3%	Secukupnya		Kuning muda

Dari tabel hasil pengujian di atas diperoleh hasil pengujian kandungan bahan organik dengan campuran larutan 3% NaOH dan agregat halus yang didiamkan selama ±24 jam didapatkan cairan berwarna kuning muda. Menurut *hellige tester* warna yang ditunjukkan tersebut sesuai dengan nomor 1. Dengan demikian agregat halus memenuhi persyaratan yang disyaratkan SNI 2816-2014 yaitu < nomor 3 (6).

Tabel 2. Hasil pemeriksaan *Saturated Surface Dry* (SSD)

No.	Percobaan	Jumlah pukulan	Penurunan tinggi pasir (cm)		Rata-rata penurunan (cm)
			Sampel A	Sampel B	
1	I	25	3,30	3,70	3,50
2	II	25	3,50	3,75	3,63
Rata-rata penurunan					3,56

Dari tabel hasil pengujian di atas bahwa penurunan yang terjadi pada pasir adalah 3,56 cm, yang berarti kurang lebih sama dari setengah tinggi kerucut *conus* yaitu 3,75 cm sehingga pasir tersebut telah mencapai kondisi *saturated surface dry* dan tidak perlu diangin-anginkan lagi.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

No.	Keterangan	Hasil (gram)
1	Berat picnometer + Air (B)	661,00
2	Berat picnometer + air + benda uji (BT)	965,00
3	Berat benda uji kering oven (BK)	491,00
4	Berat jenis bulk = $BK / (B + 500 - BT)$	2,51
5	Berat jenis SSD = $500 / (B + 500 - BT)$	2,55
6	Berat jenis semu = $BK / (B + BK - BT)$	2,63
7	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) = $((500 - BK) / BK) \cdot 100\%$	1,83 %

Dari tabel hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa penyerapan air agregat halus yang akan digunakan diperoleh hasil 1,83%, maka agregat halus sudah memenuhi syarat yang disyaratkan yaitu < 3%.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan kandungan lumpur agregat halus

No.	Keterangan	Hasil (gram)
1	Berat cawan (A)	72
2	Berat cawan + pasir kering oven (B)	372
3	Berat cawan + pasir yang telah dicuci lalu dioven (C)	364
4	Berat pasir kering tungku (D) = B - A	300
5	Kandungan Lumpur pada pasir = $((D - (C - A)) / D) \cdot 100\%$	2,67 %

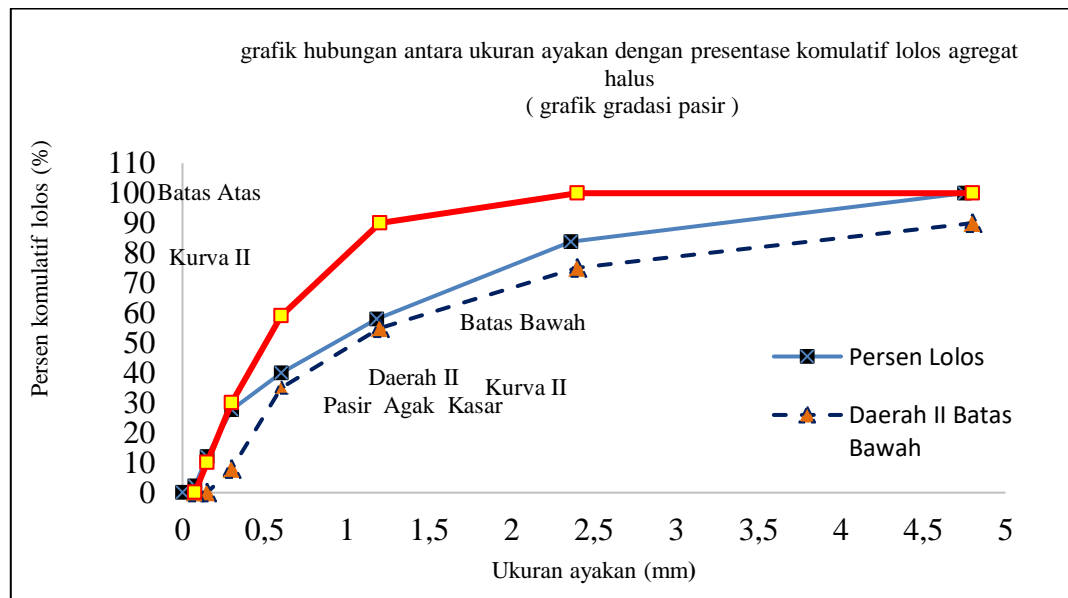
Dari tabel hasil pengujian di atas didapatkan bahwa hasil pengujian kandungan lumpur agregat halus adalah sebesar 2,67%, lebih kecil dari batas yang telah disyaratkan yaitu tidak boleh lebih besar dari 5% sehingga agregat halus sudah dapat digunakan untuk campuran beton.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus

No.	Ukuran saringan (mm)	Berat agregat halus (gr)	Persentase agregat tertinggal (%)	Persentase kumulatif (%)	
				Tertinggal	Lolos
1	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
2	2,36	162,00	16,20	16,20	83,80
3	1,18	258,00	25,80	42,00	58,00
4	0,60	180,00	18,00	60,00	40,00
5	0,30	123,00	12,30	72,30	27,70
6	0,15	157,00	15,70	88,00	12,00
7	0,08	97,00	9,70	97,70	2,30
8	Pan	23	2,30	100	0
Σ		1000	100	376,2	323,8

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\Sigma \% \text{Kumulatif Tertinggal}}{100} = \frac{376,2}{100} = 3,76$$

Dari tabel hasil pengujian di atas diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 3,76. Agregat halus memiliki modulus halus butir antara 1,5 – 3,8, sehingga agregat halus yang akan digunakan sudah memenuhi syarat (7).



Gambar 2. Hubungan antara presentase kumulatif lolos saringan agregat halus (%) dengan ukuran saringan (mm)

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa gradasi agregat halus yang akan digunakan masuk ke dalam batas gradasi daerah II, maka agregat halus termasuk butiran agak kasar dan baik untuk digunakan dalam campuran adukan beton.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar.

No.	Keterangan	Berat (gram)
1	Berat benda uji	5000
	a. Lolos 19 mm tertahan 12,5 mm	2500
	b. Lolos 12,5 mm tertahan 9 mm	2500
2	Tertahan Saringan no. 12	3688
3	Presentasi keausan	26,24 %

Dari tabel hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa agregat kasar telah memenuhi syarat yang ada pada SNI 03-2417-2008 (8), yaitu agregat kasar untuk adukan beton tidak boleh memiliki nilai keausan lebih besar dari 40%

Tabel 7. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

No.	Keterangan	Hasil (gram)
1	Berat benda uji dalam kead. jenuh (SSD) (BJ)	2004
2	Berat benda uji dalam air (BA)	1221
3	Berat benda uji kering oven (BK)	1956
4	Berat jenis bulk = BK / (BJ - BA)	2,50
5	Berat jenis SSD = BJ / (BJ - BA)	2,56
6	Berat jenis semu = BK / (BK - BA)	2,66
7	Penyerapan (Absorpsi) = ((BJ - BK) / BK) . 100%	2,45 %

Dari tabel hasil pengujian di atas, didapatkan nilai penyerapan air sebesar 2,45%. Dengan demikian agregat kasar yang akan digunakan untuk campuran adukan beton sesuai pada SNI 03-1969-2008, yaitu penyerapan air agregat kasar harus di bawah 3%.

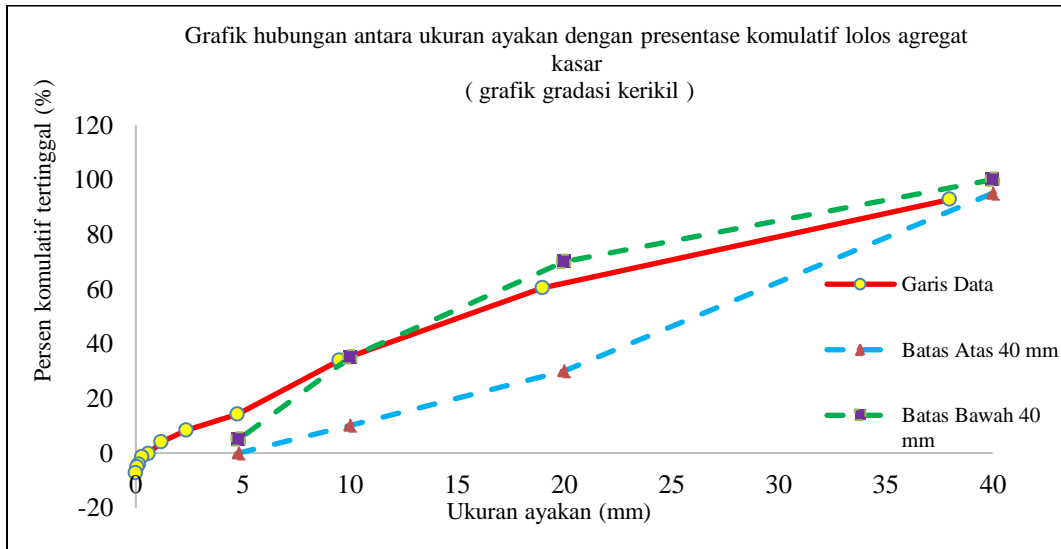
Tabel 8. Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar

No.	Ukuran saringan (mm)	Berat agregat kasar (gr)	Persentase keri kil tertinggal (%)	Persentase kumulatif (%)	
				Tertinggal	Lolos
1	38	182	7,28	7,28	92,72
2	19,00	805,00	32,20	39,48	60,52
3	9,50	668,00	26,72	66,20	33,80
4	4,75	491,00	19,64	85,84	14,16
5	2,36	145,00	5,80	91,64	8,36
6	1,18	110,00	4,40	96,04	3,96
7	0,60	104,00	4,16	100,20	-0,20
8	0,30	31,00	1,24	101,44	-1,44
9	0,15	70,00	2,80	104,24	-4,24
10	0,075	23,00	0,92	105,16	-5,16
11	Pan	53,00	2,12	107,28	-7,28
	Σ	2682,00	107,28	797,52	195,20

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\Sigma \% \text{Kumulatif Tertinggal}}{100}$$

$$= \frac{797,52}{100} = 7,98$$

Dari tabel hasil pengujian di atas diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 7,98. Agregat halus memiliki modulus halus butir antara 5 – 8, sehingga agregat halus yang akan digunakan sudah memenuhi syarat (7).

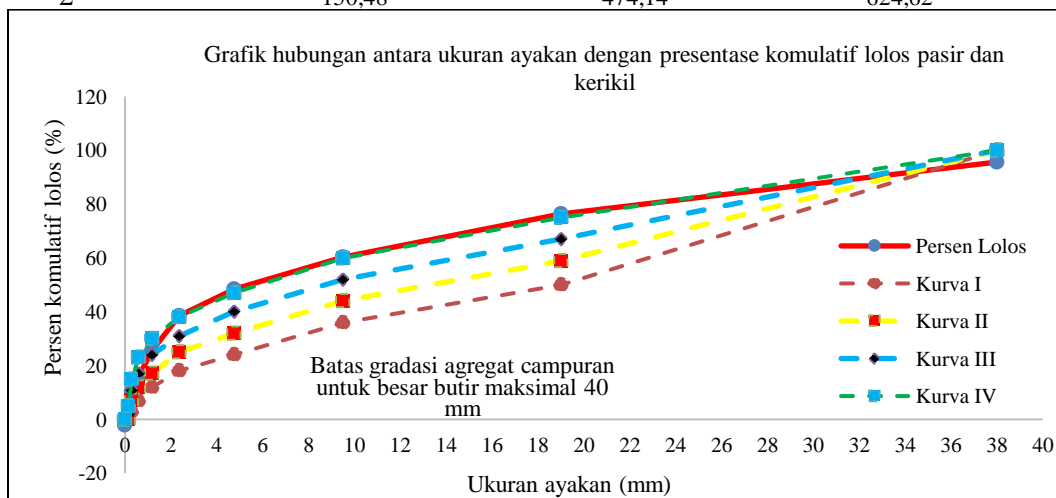


Gambar 3. Hubungan antara presentase kumulatif lolos saringan agregat kasar (%) dengan ukuran saringan (mm)

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa gradasi agregat kasar yang akan digunakan masuk ke dalam batas gradasi besar butir maksimal 40 mm.

Tabel 9. Hasil pemeriksaan gradasi campuran

No.	Ukuran saringan (mm)	Persentase agregat tertinggal (%)		Persentase kumulatif (%)	
		Agregat halus 40%	Agregat kasar 60%	Tertinggal	Lolos
1	38	0,00	4,37	4,37	95,63
2	19	0,00	23,69	23,69	76,31
3	9,5	0,00	39,72	39,72	60,28
4	4,75	0,00	51,50	51,50	48,50
5	2,36	6,48	54,98	61,46	38,54
6	1,18	16,80	57,62	74,42	25,58
7	0,6	24,00	60,12	84,12	15,88
8	0,3	28,92	60,86	89,78	10,22
9	0,15	35,20	62,54	97,74	2,26
10	0	39,08	63,10	102,18	-2,18
11	Pan	0,00	-4,37	-4,37	-4,37
	Σ	150,48	474,14	624,62	366,64



Gambar 4. Hubungan antara presentase kumulatif lolos saringan agregat campuran (%) dengan ukuran saringan (mm)

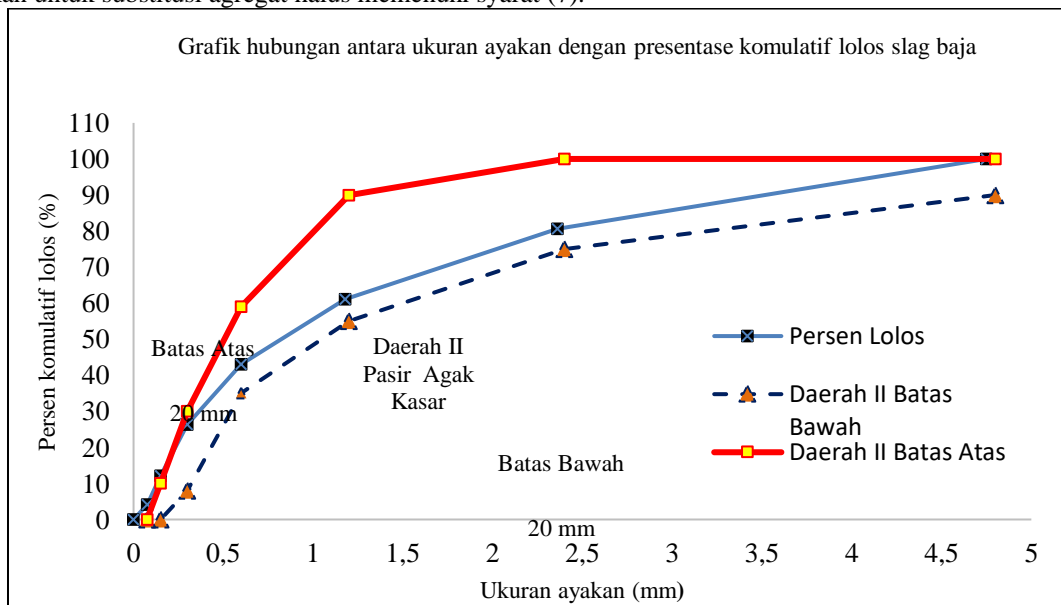
Dari grafik di atas gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus berada diantara kurva daerah III dan IV.

Tabel 10. Hasil pemeriksaan gradasi slag baja

No.	Ukuran saringan (mm)	Berat slag baja (gr)	Persentase slag baja tertinggal (%)	Persentase kumulatif (%)	
				Tertinggal	Lolos
1	4,75	0	0,00	0,00	100,00
2	2,36	194	19,40	19,40	80,60
3	1,18	195	19,50	38,90	61,10
4	0,6	180	18,00	56,90	43,10
5	0,3	168	16,80	73,70	26,30
6	0,15	142	14,20	87,90	12,10
7	0,075	79	7,90	95,80	4,20
8	pan	42	4,20	100,00	0,00
Σ		1000	100	372,60	327,4

Modulus Halus Butir (MHB) = $\frac{\Sigma \%Komulatif Tertinggal}{100}$
 = $\frac{372,60}{100} = 3,73$

Dari tabel hasil pengujian di atas diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 3,73. Agregat halus memiliki modulus halus butir antara 1,5 – 3,8, sehingga slag baja sudah di kondisikan seperti agregat halus yang akan digunakan untuk substitusi agregat halus memenuhi syarat (7).



Gambar 5. Hubungan antara presentase komulatif lolos saringan slag baja (%) dengan ukuran saringan (mm). Pengujian Beton

Pengujian *slump* dilakukan sebelum campuran beton dituang ke dalam cetakan silinder beton, dilakukan untuk mengetahui *workability* dan kekentalan adukan beton yang akan dituang ke dalam cetakan silinder beton.

Tabel 11. Hasil pemeriksaan *slump test*

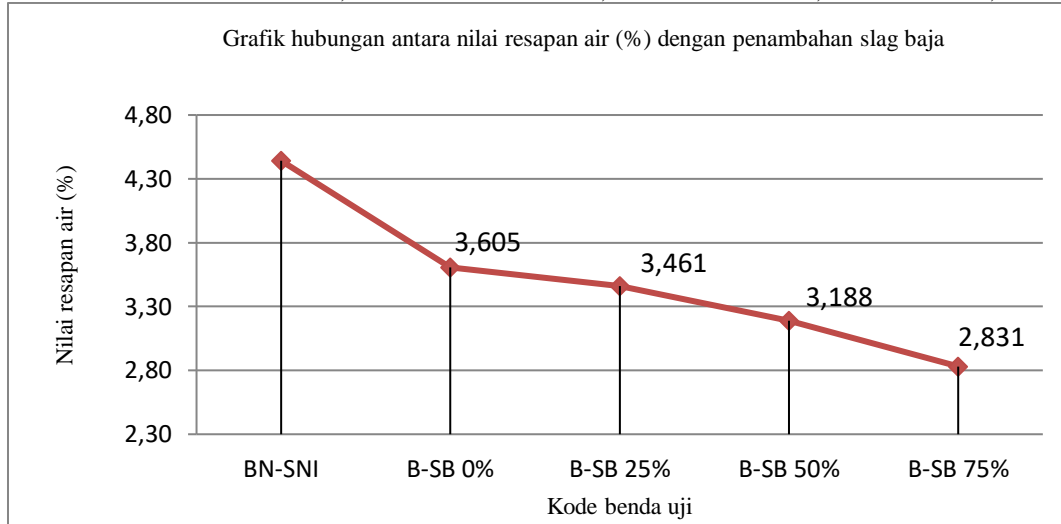
Kode benda uji	<i>Slump</i> rata-rata (mm)
BN-SNI	115
B-SB 0%	167,33
B-SB 25%	172
B-SB 50%	183,67
B-SB 75%	191,43

Hasil pengujian Absorpsi silinder beton

Dilakukan setelah benda uji silinder beton telah mencapai umur 28 hari, untuk mengetahui besarnya nilai resapan air yang diserap oleh benda uji silinder beton.

Tabel 12. Hasil pemeriksaan absorpsi silinder beton

No.	Rata-rata kode benda uji	Rata-rata berat beton kondisi ssd (kg)	Rata-rata berat beton kondisi kering oven (kg)	Rata-rata selisih berat (kg)	Rata-rata nilai absorpsi (%)
1	BN-SNI	11,287	10,808	0,479	4,442
2	B-SB 0%	12,398	11,966	0,433	3,605
3	B-SB 25%	12,483	12,066	0,417	3,461
4	B-SB 50%	12,576	12,190	0,386	3,188
5	B-SB 75%	12,679	12,332	0,348	2,831



Gambar 6. Hubungan antara nilai resapan air (%) dengan penambahan slag baja (%)

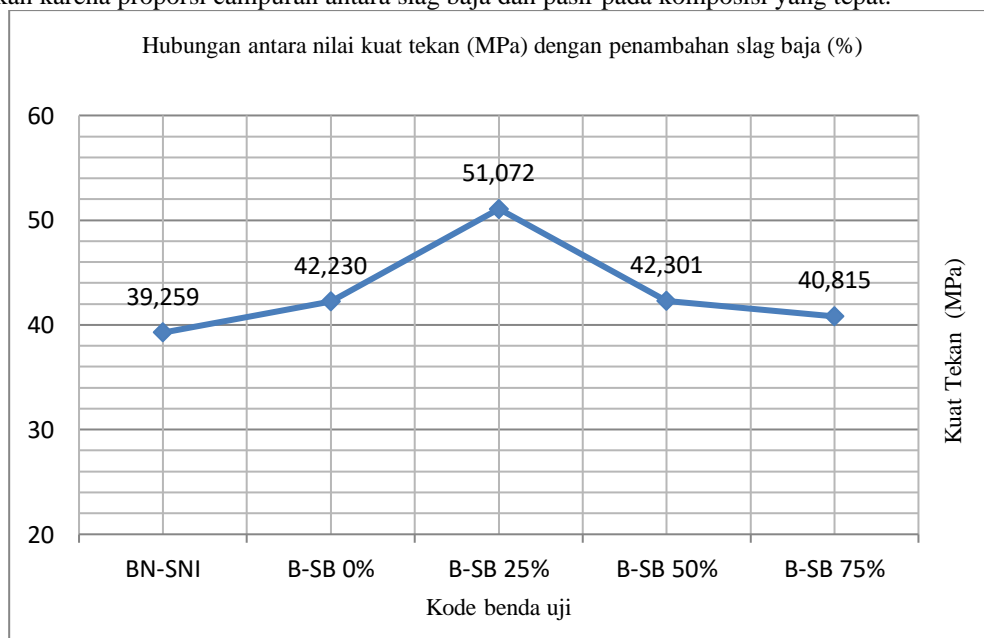
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dilakukan setelah benda uji silinder beton telah mencapai umur 28 hari, untuk memperoleh nilai kuat tekan silinder beton normal, dan beton dengan penambahan *superplasticizer*, *steel wire*, dan slag baja.

Tabel 13. Hasil rekapitulasi pengujian kuat tekan rata-rata silinder beton.

Kode benda uji	No.	Beban maksimal (P)		Luas permukaan (A) mm ²	Kuat tekan (f _c) MPa	Kuat tekan rata-rata MPa
		KN	N			
BN-SNI	1	690	690000	17671	39,047	39,259
	2	755	755000	17671	42,725	
	3	660	660000	17671	37,349	
	4	670	670000	17671	37,915	
B-SB 0%	1	550	550000	17671	31,124	42,230
	2	675	675000	17671	38,198	
	3	780	780000	17671	44,140	
	4	980	980000	17671	55,458	
B-SB 25%	1	1030	1030000	17671	58,288	51,072
	2	890	890000	17671	50,365	
	3	720	720000	17671	40,745	
	4	970	970000	17671	54,892	
B-SB 50%	1	850	850000	17671	48,101	42,301
	2	780	780000	17671	44,140	
	3	730	730000	17671	41,311	
	4	630	630000	17671	35,652	
B-SB 75%	1	750	750000	17671	42,442	40,815
	2	795	795000	17671	44,989	
	3	640	640000	17671	36,218	
	4	700	700000	17671	39,613	

Dari tabel hasil pengujian kuat tekan silinder beton di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata pada beton normal adalah 39,259 MPa, silinder beton dengan penambahan, 1,5% *superplasticizer*, 2% *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 25% ; 50% dan 75% didapatkan kuat tekan rata-rata 42,230 MPa ; 51,072 MPa ; 42,301 MPa dan 40,815 MPa. Dari hasil nilai kuat tekan tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan slag baja pada variasi 25% sebagai substitusi pengganti pasir mendapatkan nilai kuat tarik belah paling tinggi daripada variasi yang lain disebabkan karena proporsi campuran antara slag baja dan pasir pada komposisi yang tepat.



Gambar 7. Hubungan antara nilai kuat tekan (MPa) dengan penambahan slag baja (%)

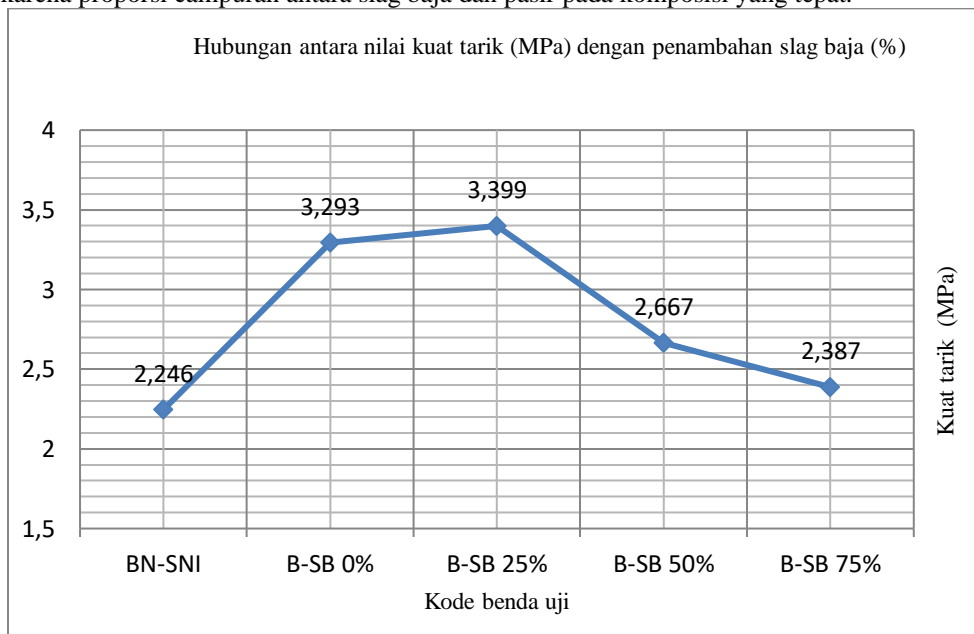
Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Dilakukan setelah benda uji silinder beton telah mencapai umur 28 hari, untuk memperoleh nilai kuat tarik belah silinder beton normal, dan beton dengan penambahan *superplasticizer*, *steel wire*, dan slag baja.

Tabel 14. Hasil rekapitulasi pengujian kuat tarik belah rata-rata silinder beton.

Kode benda uji	No.	Beban maksimal (P)		Dimensi		Kuat tarik (Fr) MPa	Kuat tarik rata-rata MPa
		KN	N	L mm	D mm		
BN-SNI	1	150	150000	300	150	2,122	2,246
	2	155	155000	300	150	2,193	
	3	160	160000	300	150	2,264	
	4	170	170000	300	150	2,405	
B-SB 0%	1	196	196000	300	150	2,773	3,293
	2	275	275000	300	150	3,890	
	3	180	180000	300	150	2,546	
	4	280	280000	300	150	3,961	
B-SB 25%	1	237	237000	300	150	3,353	3,399
	2	292	292000	300	150	4,131	
	3	251	251000	300	150	3,551	
	4	181	181000	300	150	2,561	
B-SB 50%	1	200	200000	300	150	2,829	2,667
	2	236	236000	300	150	3,339	
	3	127	127000	300	150	1,797	
	4	191	191000	300	150	2,702	
B-SB 75%	1	187	187000	300	150	2,646	2,387
	2	140	140000	300	150	1,981	
	3	161	161000	300	150	2,278	
	4	187	187000	300	150	2,646	

Dari tabel hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton di atas dapat dilihat bahwa kuat tarik rata-rata pada beton normal adalah 2,246 MPa, silinder beton dengan penambahan 1,5% *superplasticizer*, 2% *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 25% ; 50% dan 75% didapatkan kuat tekan rata-rata 3,293 MPa ; 3,399 MPa ; 2,667 MPa dan 2,387. Dari hasil nilai kuat tarik belah tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan slag baja pada variasi 25% sebagai substitusi pengganti pasir mendapatkan nilai kuat tarik belah paling tinggi daripada variasi yang lain disebabkan karena proporsi campuran antara slag baja dan pasir pada komposisi yang tepat.



Gambar 8. Hubungan antara nilai kuat tarik (mpa) dengan penambahan slag baja (%)

Tabel 16. Rekapitulasi nilai kuat tekan, kuat tarik dan absorpsi

No.	Kode benda uji	Perbandingan nilai kuat tekan		Perbandingan nilai kuat tarik		Rata-rata nilai absorpsi (%)
		Mpa	(%)	Mpa	(%)	
1	BN-SNI	39,2592	-	2,24585	-	4,44
2	B-SB 0%	42,2302	7,57	3,29274	46,61	3,61
3	B-SB 25%	51,0724	30,09	3,39884	51,34	3,46
4	B-SB 50%	42,3009	7,75	2,66673	18,74	3,19
5	B-SB 75%	40,8155	3,96	2,38732	6,30	2,83

Kesimpulan

Pada penelitian tentang pengaruh penambahan *superplasticizer*, serat *steel wire*, dan slag baja terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan absorpsi pada beton yang telah dilakukan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian kuat tekan silinder beton dengan penambahan 1,5% *superplasticizer*, 2% serat *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 25% ; 50% dan 75% didapatkan nilai kuat tekan optimum pada substitusi slag baja 25%, dengan mengalami kenaikan kuat tekan silinder beton masing-masing sebesar 7,568% ; 30,090% ; 7,748% dan 3,964% dari beton normal.
2. Dari hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton dengan penambahan 1,5% *superplasticizer*, 2% serat *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 25% ; 50% dan 75% didapatkan nilai kuat tarik optimum pada substitusi slag baja 25%, dengan mengalami kenaikan kuat tarik belah silinder beton masing-masing sebesar 46,614% ; 51,339% ; 18,740% dan 6,299% dari beton normal.
3. Dari hasil pengujian absorpsi silinder beton dengan penambahan 1,5% *superplasticizer*, 2% serat *steel wire* dan penambahan slag baja 0% ; 25% ; 50% dan 75% didapatkan nilai resapan air paling kecil pada substitusi slag 75% dengan penurunan sebesar 3,605% ; 3,461% ; 3,188% dan 2,831% dari beton normal.

Daftar Pustaka

1. Mulyono T. Teknologi Beton [Internet]. Yogyakarta: Penerbit Andi; 2003. Available from: <http://www.unj.ac.id>
2. Tangke Datu I. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat. 2019. 119–123 p.
3. Vega Apri Satrio W, Sudjatmiko A, Yani Tromol Pos JA. Simposium Nasional RAPI XIX Tahun 2020 FT UMS Pengaruh Penambahan Superplasticizer, Serat Steel Wire, dan Slag Baja Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Absorpsi Pada Beton SCC. Universitas Muhammadiyah Surakarta.; 2020.
4. Dzikri M, Firmansyah M. Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya. 2018.
5. Badan Standarisasi Nasional. sni-03-6468-2000. 2000;
6. Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Semen portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional. 2004.
7. Tjokrodinuljo K. Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada; 2007.
8. Standar Nasional Indonesia. Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. 2008;