

## **PENGARUH PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*, SERAT *STEEL WIRE*, DAN SLAG BAJA TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN ABSORPSI PADA BETON SCC**

**Widodo Vega Apri Satrio<sup>(1)</sup>, Aliem Sudjatmiko<sup>(2)</sup>**  
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : [vegaaprisatriowidodo@gmail.com](mailto:vegaaprisatriowidodo@gmail.com)  
Email : as155@ums.ac.id

### **Abstrak**

Penggunaan limbah produk industri seperti limbah ban bekas menjadi salah satu solusi untuk mengurangi limbah padat yang bersifat anorganik. Untuk mengetahui nilai kuat tekan pada beton dengan penambahan *superplasticizer*, potongan *steel wire* limbah ban bekas, dan limbah slag baja sebagai substitusi agregat halus terhadap beton normal, dan bagaimana perbandingannya. Untuk mengetahui nilai kuat tarik belah pada beton dengan penambahan *superplasticizer*, potongan *steel wire* limbah ban bekas, dan limbah slag baja sebagai substitusi agregat halus terhadap beton normal, dan bagaimana perbandingannya. Untuk mengetahui nilai absorpsi pada beton dengan penambahan *superplasticizer*, potongan *steel wire* limbah ban bekas, dan limbah slag baja sebagai substitusi agregat halus terhadap beton normal, dan bagaimana perbandingannya. Metode penelitian ini dengan 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. Hasil pengujian kuat tekan silinder beton didapatkan kuat tekan rata-rata beton normal adalah 34,330 MPa. Dari hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton didapatkan kuat tarik belah rata-rata beton normal adalah 2,924 MPa. Dari hasil pengujian absorpsi silinder beton didapatkan nilai resapan air pada beton normal sebesar 4,426%. Semakin banyak persentase penambahan slag baja sebagai substitusi pada agregat halus dalam adukan beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan, dan kuat tarik belah silinder beton. Semakin banyak persentase penambahan *steel wire* dalam adukan beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah silinder beton, akan tetapi mengakibatkan penurunan pada nilai kuat tekan silinder beton. Dari hasil pengujian absorpsi silinder beton dapat disimpulkan bahwa semakin banyak persentase penambahan *steel wire* dan slag baja pada silinder beton akan mengalami penurunan nilai resapan air pada silinder beton, akan tetapi tidak dapat menjadi acuan dikarenakan selisih nilai resapan airnya terlalu sedikit.

**Kata kunci :** *superplasticizer*, serat *steel wire*, slag baja, absorpsi

### **Abstract**

*The use of industrial waste products such as used tire waste is one solution to reduce inorganic solid waste. To find out the compressive strength value in concrete with the addition of superplasticizer, scrap steel wire, waste tires, and waste steel slag as a substitute for fine aggregate to normal concrete, and how is the comparison. To determine the split tensile strength value in concrete with the addition of superplasticizer, pieces of steel wire, waste tires, and waste steel slag as a substitute for fine aggregate to normal concrete, and how is the comparison. To determine the absorption value of concrete with the addition of superplasticizer, scrap steel wire, waste tires, and waste steel slag as a substitute for fine aggregate to normal concrete, and how is the comparison. This research method uses statistical means, namely the sequence of activities in obtaining data until the data is useful as a basis for making a decision including through the process of data collection, data processing, data analysis and how to make decisions in general based on research results. The test results for the compressive strength of concrete cylinders obtained that the average compressive strength of normal concrete is 34,330 MPa. From the results of testing the split tensile strength of concrete cylinders, the average split tensile strength of normal concrete is 2,924 MPa. From the results of the concrete cylinder absorption test, it was found that the water infiltration value in normal concrete was 4,426%. The greater the percentage of the addition of steel slag as a substitute for fine aggregate in the concrete mix, it can increase the compressive strength and split tensile strength of the concrete cylinder. The more the percentage of the addition of steel wire in the concrete mixture can increase the tensile strength value of the concrete cylinder, but results in a decrease in the compressive strength value of the concrete cylinder. From the results of the concrete cylinder absorption test, it can be concluded that the more the percentage of the addition of steel wire and steel slag to the concrete cylinder, the decrease in the value of water infiltration in the concrete cylinder, however, cannot be used as a reference because the difference in the water absorption value is too little.*

**Keywords:** *superplasticizer, steel wire fibers, steel slag, absorption*

### **1. PENDAHULUAN**

Beton sudah tidak asing lagi dalam dunia bidang Teknik Sipil, karena hampir setiap bangunan menggunakan beton sebagai struktur utama maupun pelengkap baik itu jembatan, bangunan air, maupun gedung. Beton merupakan batuan buatan yang tersusun dari semen Portland, agregat kasar, agregat halus, dan air dengan cara mencampurkannya menjadi satu kesatuan, dan kadang-kadang juga ditambah dengan bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan bangunan non kimia pada perbandingan tertentu. Karena beton merupakan material komposit, maka kualitas beton tergantung dari masing-masing material pembentuknya (Tjokrodinuljo, K,2007).

Menurut (Hanif,2012), pabrik baja telah mengembangkan slag baja sebagai bahan tambah untuk campuran beton struktural. 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. Menurut (Datu, Irka Tangke,2019), 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.

Penggunaan limbah produk industri seperti limbah ban bekas menjadi salah satu solusi untuk mengurangi limbah padat yang bersifat anorganik. Ban bekas karena bahannya terbuat dari karet yang tidak bisa membusuk maka bila tidak dimanfaatkan atau dibakar akan menjadi sampah yang berperan dalam gangguan pelestarian lingkungan. Limbah ban bekas dapat didaur ulang kembali menjadi serat dalam pembuatan beton, serat yang digunakan berasal dari *steel wire* pembentuk ban (Kusumawati, Anisa, 2010). Maksud utama penambahan *steel wire* kedalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat beton sangat lemah terhadap kuat tarik yang akan berdampak kepada beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Akan tetapi penambahan *steel wire* kedalam beton tidak banyak menambah kuat tekan 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, namun memiliki sifat kuat tarik belah beton yang relatif kurang baik sehingga mengakibatkan beton mudah retak. Sehingga untuk menghasilkan beton dengan kuat tarik belah, kuat tekan, dan absorpsi beton yang baik maka perlu dilakukannya penelitian tentang pengaruh 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.

## 2. METODE

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian direncanakan dengan jangka waktu kurang lebih 5 bulan ke depan yaitu pada bulan Maret sampai dengan Agustus 2020. Penelitian ini merupakan penelitian dari yang sudah pernah ada, mengingat beton dengan kualitas baik sudah banyak yang melakukan penelitian untuk mendapatkan kekuatan beton yang maksimal. Penelitian ini menggunakan bahan tambah *superplasticizer*, dan memanfaatkan serat dari *steel wire* limbah ban bekas, 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.

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pemeriksaan Bahan Penyusun Silinder Beton

Tabel 1. Hasil Pengujian Kandungan Bahan Organik Agregat Halus.

No	Jenis Bahan	Volume (cc)	Volume Total (cc)	Warna Larutan Yang Terjadi
1	Pasir	130	200	No. 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  $\pm 24$  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.

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

No	Percobaan	Jumlah Pukulan	Penurunan Tinggi Pasir (cm)		Rata-Rata Penurunan (cm)
			Sampel A	Sampel B	
1	I	10	3.85	3.90	3.88
2	II	15	3.50	3.10	3.30
3	III	25	2.90	3.20	3.05
Rata-Rata Penurunan					3.41

Dari tabel hasil pengujian di atas bahwa penurunan yang terjadi pada pasir adalah 3.41 cm. yang berarti kurang lebih sama dari setengah tinggi kerucut *Abram's* yaitu 3.5 cm. Sehingga pasir tersebut telah mencapai kondisi *Saturated Surface Dry* yang diinginkan dan tidak perlu diangin-anginkan lagi.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.

No	Keterangan	Hasil
1	Berat <i>Picnometer</i> + Air	665 gram
2	Berat <i>Picnometer</i> + Air + Agregat Halus	970 gram
3	Berat Benda Uji Kering <i>Oven</i>	490 gram
4	Berat Jenis Bulk	2.51
5	Berat Jenis SSD	2.56
6	Berat Jenis Semu	2.65
7	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	2.04 %

Dari tabel hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa penyerapan air agregat halus yang akan digunakan pada penelitian ini diperoleh hasil 2.04%. maka agregat halus sudah memenuhi syarat yang disyaratkan yaitu < 3%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus.

No	Keterangan	Hasil
1	Berat Cawan	85 gram
2	Berat Cawan + Agregat Halus Kering <i>Oven</i>	685 gram
3	Berat Cawan + Agregat Halus Yang Telah Dicuci Lalu <i>Dioven</i>	660 gram
4	Berat Agregat Halus Kering Tungku	600 gram
5	Kandungan Lumpur Dalam Agregat Halus	4.17 %

Dari tabel hasil pengujian di atas didapatkan bahwa hasil pengujian kandungan lumpur agregat halus adalah sebesar 4.17%. 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 Pengujian Keausan Agregat Kasar.

No	Keterangan	Hasil
	Berat Agregat Kasar Mula-Mula	5000 gram
1	a. Lolos Saringan 19.05 mm Dan Tertahan 12.5 mm	2500 gram
	b. Lolos Saringan 19.05 mm Dan Tertahan 12.5 mm	2500 gram
2	Tertahan Saringan No. 12	3380 gram
3	Persentase Keausan	32.4 %

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

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

No	Keterangan	Hasil
1	Berat Benda Uji Dalam Keadaan Jenuh (SSD)	1000 gram
2	Berat Benda Uji Dalam Air	650 gram
3	Berat Benda Uji Kering <i>Oven</i>	975 gram
4	Berat Jenis Bulk	2.79
5	Berat Jenis SSD	2.86
6	Berat Jenis Semu	3.00
7	Penyerapan ( <i>Absorption</i> )	2.56 %

Dari tabel hasil pengujian di atas, didapatkan nilai penyerapan air sebesar 2.56%. 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 7. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus.

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat Halus (gr)	Persentase Agregat Tertinggal (%)	Persentase Kumulatif (%)	
				Tertinggal	Lolos
1	9.52	0	0.00	0.00	100.00
2	4.75	0	0.00	0.00	100.00
3	2.36	126	8.40	8.40	91.60
4	1.18	288	19.20	27.60	72.40
5	0.6	430	28.67	56.27	43.73
6	0.3	444	29.60	85.87	14.13
7	0.15	130	8.67	94.53	5.47
8	Pan	82	5.47	-	0.00
$\Sigma$		1500	100	272.667	-

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\Sigma \% \text{Kumulatif Tertinggal}}{100} \\ &= \frac{272.667}{100} = 2.73 \end{aligned}$$

Dari tabel hasil Pengujian di atas diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 2.732. Menurut (Tjokrodinuljo, K.2007) di dalam bukunya bahwa agregat halus memiliki modulus halus butir antara 1.5 – 3.8, sehingga agregat halus yang akan digunakan sudah memenuhi syarat.

Tabel 8. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar.

No.	Ukuran Saringan (mm)	Berat Agregat Kasar (gr)	Persentase Slag Tertinggal (%)	Persentase Kumulatif (%)	
				Tertinggal	Lolos
1	25.4	0	0.00	0.00	100.00
2	19.1	45	3.00	3.00	97.00
3	12.7	-	-	-	-
4	9.52	823	54.87	57.87	42.13
5	4.75	622	41.47	99.33	0.67
6	2.36	0	0.00	99.33	0.00
7	1.18	0	0.00	99.33	0.00
8	0.6	0	0.00	99.33	0.00
9	0.3	0	0.00	99.33	0.00
10	0.15	0	0.00	99.33	0.00
11	Pan	10	0.67	-	0.00
$\Sigma$		1500	100.00	656.867	-

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\Sigma \% \text{Komulatif Tertinggal}}{100} \\ &= \frac{656.867}{100} = 6.57 \end{aligned}$$

Dari tabel hasil Pengujian di atas diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 6.57. Menurut (Tjokrodinuljo, K.2007) di dalam bukunya bahwa agregat halus memiliki modulus halus butir antara 5 – 8. sehingga agregat halus yang akan digunakan sudah memenuhi syarat.

Tabel 9. Hasil Pengujian Gradasi Slag Baja.

No.	Ukuran Saringan	Berat Slag Baja (gr)	Persentase Slag Tertinggal (%)	Persentase Komulatif (%)	
	(mm)			Tertinggal	Lolos
1	9.52	0	0.00	0.00	100.00
2	4.75	5	0.33	0.33	99.67
3	2.36	420	28.00	28.33	71.67
4	1.18	475	31.67	60.00	40.00
5	0.6	275	18.33	78.33	21.67
6	0.3	170	11.33	89.67	10.33
7	0.15	135	9.00	98.67	1.33
8	Pan	20	1.33	-	0.00
	$\Sigma$	1500	100	355.333	-

$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\Sigma \% \text{Komulatif Tertinggal}}{100} \\ &= \frac{355.333}{100} = 3.55 \end{aligned}$$

Dari tabel hasil Pengujian di atas diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 3.55. Menurut (Tjokrodinuljo, K.2007) di dalam bukunya bahwa 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.

Tabel 10. Hasil Pengujian Gradasi Campuran.

No.	Ukuran Saringan (mm)	Persentase Agregat Tertinggal (%)		Persentase Komulatif (%)	
		Agregat Halus 35%	Agregat Kasar 65%	Tertinggal	Lolos
1	25.4	0.00	0.00	0	100
2	19.1	0.00	1.95	1.95	98.05
3	9.52	0.00	35.66	37.61	62.39
4	4.75	0.00	26.95	64.57	35.43
5	2.36	2.94	0.00	67.51	32.49
6	1.18	6.72	0.00	74.23	25.77
7	0.6	10.03	0.00	84.26	15.74
8	0.3	10.36	0.00	94.62	5.38
9	0.15	3.03	0.00	97.65	2.35
10	Pan	1.91	0.43	-	0

Tabel 11. Kebutuhan Bahan Penyusun Benda Uji Silinder Beton.

No	Kode Benda Uji	Air (ltr)	Superplasticizer (ltr)	Steel Wire (kg)	Slag Baja (kg)	Semen Portland (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
1	BN-SNI	7.303	-	-	-	19.739	20.835	38.694
2	B-1.5%-0%	7.303	0.197	1.299	-	19.541	20.380	37.849
3	B-1.5%-15%	7.303	0.197	1.299	3.057	19.541	17.323	37.849
4	B-1.5%-30%	7.303	0.197	1.299	6.114	19.541	14.266	37.849
5	B-2%-0%	7.303	0.197	1.731	-	19.541	20.229	37.568
6	B-2%-15%	7.303	0.197	1.731	3.034	19.541	17.195	37.568
7	B-2%-30%	7.303	0.197	1.731	6.069	19.541	14.160	37.568
		51.12			18.27		124.38	264.94
Total Kebutuhan		3	1.184	9.090	4	136.985	9	6

Pengujian *slump* dilakukan sebelum campuran beton dituang ke dalam cetakan silinder beton. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *workability* dan kekentalan adukan beton yang akan dituang ke dalam cetakan silinder beton. Hasil pengujian *slump flow* di Laboratorium dapat dilihat pada Tabel .12 di bawah ini.

Tabel 12. Hasil Pengujian *Slump*.

Kode Benda Uji    *Slump* Rata-Rata (cm)

BN-SNI	6.77
B-1.5%-0%	53
B-1.5%-15%	50
B-1.5%-30%	50
B-2%-0%	54
B-2%-15%	51
B-2%-30%	50

Pada rencana campuran adukan beton nilai *slump* yang direncanakan adalah 6 – 18 cm. Sedangkan untuk beton dengan penambahan *Superplasticizer* berdasarkan SNI 03-6468-2000. diperlukan nilai *slump* sebesar lebih dari 50 mm. yang berarti hasil pengujian *slump* yang dilakukan di Laboratorium masih masuk dalam batas nilai *slump* rencana dan dapat digunakan untuk campuran silinder beton.

### 3.2 Pengujian Absorpsi Silinder Beton

Pengujian ini dilakukan setelah benda uji silinder beton telah mencapai umur 28 hari. pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai resapan air yang diserap oleh benda uji silinder beton. Hasil pengujian absorpsi beton disajikan dalam Tabel.13 dan ditunjukkan lagi secara lengkap pada Lampiran 12 – 18.

Tabel 13. Hasil Pengujian Absorpsi Silinder Beton.

No.	Kode Benda Uji	Rerata Berat Beton SSD (kg)	Rerata Berat Kering Oven (kg)	Rerata Selisih Berat (kg)	Rerata Nilai Absorpsi (%)
1	BN-SNI	11.799	11.299	0.500	4.426



2	B-1.5%-0%	12.199	11.687	0.513	4.385
3	B-1.5%-15%	12.272	11.786	0.486	4.123
4	B-1.5%-30%	12.508	12.048	0.460	3.820
5	B-2%-0%	12.463	11.942	0.521	4.362
6	B-2%-15%	12.445	11.954	0.491	4.108
7	B-2%-30%	12.274	11.824	0.450	3.809

Dari tabel hasil pengujian absorpsi silinder beton di atas dapat dilihat bahwa nilai resapan air pada beton normal sebesar 4.426%. silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 1.5% *steel wire* dan penambahan slag baja 0%, 15%, 30% didapatkan nilai resapan air sebesar 4.385%, 4.123%, 3.820%, sedangkan nilai resapan air dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 2% *steel wire* dan penambahan slag baja 0%, 15%, 30% didapatkan nilai resapan air sebesar 4.362%, 4.108%, 3.809%.

### 3.3 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton

Pengujian ini dilakukan setelah benda uji silinder beton telah mencapai umur 28 hari. pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan silinder beton normal, dan beton dengan penambahan *steel wire*, dan slag baja. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton.

Kode Benda Uji	No.	Beban Maksimal (P)		Luas Permukaan (A) mm <sup>2</sup>	Kuat Tekan (f'c) N/mm <sup>2</sup>	Kuat Tekan Rata-Rata N/mm <sup>2</sup>
		KN	N			
BN-SNI	1	580	580000	17671	32.821	34.330
	2	610	610000	17671	34.519	
	3	630	630000	17671	35.651	
B-1.5%-0%	1	650	650000	17671	36.782	37.348
	2	660	660000	17671	37.348	
	3	670	670000	17671	37.914	
B-1.5%-15%	1	680	680000	17671	38.480	39.801
	2	700	700000	17671	39.612	
	3	730	730000	17671	41.310	
B-1.5%-30%	1	760	760000	17671	43.007	44.705
	2	780	780000	17671	44.139	
	3	830	830000	17671	46.968	
B-2%-0%	1	630	630000	17671	35.651	36.594
	2	650	650000	17671	36.782	
	3	660	660000	17671	37.348	
B-2%-15%	1	670	670000	17671	37.914	39.235
	2	690	690000	17671	39.046	
	3	720	720000	17671	40.744	
B-2%-30%	1	760	760000	17671	43.007	43.950
	2	770	770000	17671	43.573	
	3	800	800000	17671	45.271	

Dari tabel hasil pengujian kuat tekan silinder beton di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata pada beton normal adalah 34.330 MPa. silinder beton dengan penambahan, 1% *superplasticizer*, 1.5% *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 15% ;



30% didapatkan kuat tekan rata-rata 37.348 MPa ; 39.801 MPa ; 44.705 MPa. sedangkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*. 2% *steel wire*. dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% adalah 36.594 MPa ; 39.235 MPa ; 43.950 MPa. Dari hasil nilai kuat tekan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan slag baja sebagai substitusi pengganti pasir maka nilai kuat tekan silinder beton akan mengalami peningkatan dari kuat tekan beton normal. akan tetapi seiring dengan semakin banyaknya penambahan serat *steel wire* pada campuran beton akan mengakibatkan nilai kuat tekan beton tersebut mengalami penurunan.

### 3.4 Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton

Pengujian ini dilakukan setelah benda uji silinder beton telah mencapai umur 28 hari. pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik belah silinder beton normal. dan beton dengan penambahan *steel wire*. dan slag baja. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 15 di bawah ini.

Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton.

Kode Benda Uji	No.	Beban Maksimal (P)		Dimensi		Kuat Tarik (Fr) (N/mm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik Rata-Rata (N/mm <sup>2</sup> )
		(kN)	(N)	L (mm)	D (mm)		
BN-SNI	1	170	170000	300	150	2.405	2.924
	2	210	210000	300	150	2.971	
	3	240	240000	300	150	3.395	
B-1.5%-0%	1	230	230000	300	150	3.254	3.395
	2	230	230000	300	150	3.254	
	3	260	260000	300	150	3.678	
B-1.5%-15%	1	250	250000	300	150	3.537	3.725
	2	260	260000	300	150	3.678	
	3	280	280000	300	150	3.961	
B-1.5%-30%	1	270	270000	300	150	3.820	3.938
	2	280	280000	300	150	3.961	
	3	285	285000	300	150	4.032	
B-2%-0%	1	230	230000	300	150	3.254	3.560
	2	245	245000	300	150	3.466	
	3	280	280000	300	150	3.961	
B-2%-15%	1	260	260000	300	150	3.678	3.843
	2	275	275000	300	150	3.890	
	3	280	280000	300	150	3.961	
B-2%-30%	1	260	260000	300	150	3.678	4.008
	2	290	290000	300	150	4.103	
	3	300	300000	300	150	4.244	

Dari tabel hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton di atas dapat dilihat bahwa kuat tarik rata-rata pada beton normal adalah 2.924 MPa. silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*. 1.5% *steel wire*. dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan kuat tekan rata-rata 3.395 MPa ; 3.725 MPa ; 3.938 MPa. sedangkan nilai kuat tarik belah beton rata-rata pada silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*. 2% *steel wire*. dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% adalah 3.560 MPa ; 3.843 MPa ; 4.008 MPa. Dari hasil nilai kuat tarik belah silinder beton tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan slag baja sebagai substitusi

pengganti pasir, dan semakin banyak penambahan serat *steel wire* pada campuran beton maka nilai kuat tarik belah silinder beton akan mengalami peningkatan dari kuat tarik belah silinder beton normal.

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 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 :

Dari hasil pengujian kuat tekan silinder beton didapatkan kuat tekan rata-rata beton normal adalah 34.330 MPa. Silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 1.5% serat *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 37.348 MPa ; 39.801 MPa ; 44.705 MPa, mengalami kenaikan kuat tekan silinder beton masing-masing sebesar 8.791% ; 15.934% ; dan 30.220% dari beton normal. Sedangkan nilai kuat tekan beton rata-rata pada silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 2% serat *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 36.594 MPa, 39.235 MPa ; 43.950 MPa, mengalami kenaikan kuat tekan silinder beton masing-masing sebesar 6.593% ; 14.286% ; dan 28.022% dari beton normal.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah silinder beton didapatkan kuat tarik belah rata-rata beton normal adalah 2.924 MPa. Silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 1.5% serat *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 3.395 MPa ; 3.725 MPa ; 3.938 MPa, mengalami kenaikan kuat tarik belah silinder beton masing-masing sebesar 16.129% ; 27.419% ; dan 34.677% dari beton normal. Sedangkan nilai kuat tarik belah beton rata-rata pada silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 2% serat *steel wire*, dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 3.560 MPa ; 3.843 MPa ; 4.008 MPa, mengalami kenaikan kuat tarik belah silinder beton masing-masing sebesar 21.774% ; 31.452% ; dan 37.097% dari beton normal.

Dari hasil pengujian absorpsi silinder beton didapatkan nilai resapan air pada beton normal sebesar 4.426%. Silinder beton dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 1.5% serat *steel wire* dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan nilai resapan air sebesar 4.385% ; 4.123% ; 3.820%. sedangkan nilai resapan air dengan penambahan 1% *superplasticizer*, 2% *steel wire* dan penambahan slag baja 0% ; 15% ; 30% didapatkan nilai resapan air sebesar 4.362% ; 4.108% ; 3.809%.

Semakin banyak persentase penambahan slag baja sebagai substitusi pada agregat halus dalam adukan beton dapat meningkatkan nilai kuat tekan, dan kuat tarik belah silinder beton. Semakin banyak persentase penambahan *steel wire* dalam adukan beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah silinder beton, akan tetapi mengakibatkan penurunan pada nilai kuat tekan silinder beton. Dari hasil pengujian absorpsi silinder beton dapat disimpulkan bahwa semakin banyak persentase penambahan *steel wire* dan slag baja pada silinder beton akan mengalami penurunan nilai resapan air pada silinder beton, akan tetapi tidak dapat menjadi acuan dikarenakan selisih nilai resapan airnya terlalu sedikit.

##### 4.2 Saran

Berdasarkan dari pengamatan selama pelaksanaan penelitian, kesulitan-kesulitan yang dialami pada saat penelitian dan pembahasan hasil penelitian, maka peneliti memberikan saran agar penelitian-penelitian selanjutnya dapat lebih baik. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain Perlu ketelitian dalam mencatat dan menghitung dalam

melaksanakan penelitian. Perlu ketelitian yang tepat pada saat pemadatan adukan beton agar tidak mengalami keropos akibat pemadatan yang tidak optimal. Menggunakan alat yang safety minimal sarung tangan agar tidak terluka karena *steel wire* dan slag baja bisa melukai tangan jika tidak berhati-hati. Siapkan terlebih dahulu alat-alat yang cukup memadai untuk menghancurkan slag baja, dan untuk memotong kecil-kecil *steel wire* agar mendapatkan hasil yang ingin dicapai, dan tidak terlalu banyak membuang-buang waktu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Ali. 2009. *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus Dan Agregat Kasar Dengan Aplikasi Superplasticizer Dan Silicafume*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ariatama, Ananta. 2007. *Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Datu, Irka Tangke. 2019. *Evaluasi Pemanfaatan Limbah Slag Baja Sebagai Agregat Halus Pada Produksi Beton Mutu Tinggi*. Penelitian. Makasar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Dzikri, Muhammad. 2018. *Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya*. Penelitian. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Faizah, Poppy Nitiranda. 2017. *Perbandingan Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Lurus (Straight) Dengan Serat Bendrat Lurus Berkait (Hooked) Terhadap Prilaku Beton Dengan Beban Tekan Berulang*. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung.
- Hanif. 2012. *Penggunaan Steel Slag Dengan Variasi FAS Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Terapan. Lhokseumawe: Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- P.D. Maneeth. 2017. *Utilization of Copper Wire & Steel Binding Wire as Fiber for Analysis of Mechanical Properties of M40 Concrete*. *International Journal for Scientific Research & Development*. India: Visvesvaraya Technological University.
- Santoso, Heru. 2018. *Pengaruh Komposisi Fly Ash, Pasir Silica, Superplasticizer, Dan Potongan Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur HPC*. Tugas Akhir. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- SNI 03-6468-2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi Dengan Semen Portland Dan Abu Terbang*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.
- Wihardi, M. Tjaronge., Parung, Herman., Siswanto, Kenedi., Dalle, Ambo. *Pecahan Marmer Sebagai Pengganti Parsial Agregat Kasar Self Compacting Concrete (SCC)*. *Jurnal Desain Dan Konstruksi*. Vol. 5 No.1. 2006. pp. 3.