

PENGARUH WATERPROOFING INTEGRAL CRYSTALLINE (PENETRON ADMIX) TERHADAP KUAT TEKAN BETON

**Khamal Firmansyah Agustiana^{1*}, Haryo Koco Buwono², dan Tanjung
Rahayu R³**

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah XXVII, Jakarta, 10510

*Corresponding Author : k.firmansyah.a@gmail.com

Abstrak

Beton merupakan bahan yang sangat penting dan paling umum digunakan pada struktur bangunan. Beton kedap air (*waterproof*) semakin sering digunakan di dunia konstruksi khususnya di area ruang bawah tanah (*basement*) dan area-area penampungan air. Beton yang dicampur *admixture waterproofing* perlu dilakukan uji permeabilitas. Namun sangat jarang beton yang sudah tercampur *admixture waterproofing* dilakukan pengujian kuat tekan. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan pendekatan penelitian eksperimen di laboratorium, yaitu mencari nilai kuat tekan dari masing-masing sampel beton dan kuat tekan beton tertinggi dengan menggunakan campuran *Penetron Admix* dengan persentase dari berat semen setiap variasi. Persentase campuran beton yang digunakan adalah beton normal dan campuran *Penetron Admix* 0,8 %, 0,9 % dan 1 % pada masing-masing variasi. Nilai kuat tekan beton normal yaitu 16,14 Mpa. Penambahan *Penetron Admix* 0,8 % menghasilkan kuat tekan beton sebesar 13,59 Mpa. Penambahan *Penetron Admix* 0,9 % menghasilkan kuat tekan beton sebesar 15,76 Mpa. Penambahan *Penetron Admix* 1 % menghasilkan kuat tekan beton sebesar 16,61 Mpa. Kuat tekan beton dengan campuran *Penetron Admix* 0,8 % dan 0,9 % mengalami penurunan, namun penambahan *Penetron Admix* sebesar 1 % meningkatkan kuat tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan persentase *Penetron Admix* akan meningkatkan kuat tekan beton. Nilai kuat tekan tertinggi didapat pada penambahan *Penetron Admix* sebesar 1 %.

Kata kunci: beton, bahan tambah, waterproofing, penetron admix, kuat tekan

Abstract

Concrete is a very important material and the most commonly used in building structures. Waterproof concrete is increasingly being used in the construction world, especially in the basement and water storage areas. Concrete mixed with admixture waterproofing needs to be tested for permeability. However, it is very rare for concrete that has been mixed with admixture waterproofing to be tested for compressive strength. The research method used is an experimental research approach in the laboratory, which is to find the value of the compressive strength of each concrete sample and the highest compressive strength of concrete using a penetron admix mixture with a percentage of the weight of cement for each variation. The percentage of concrete mixture used is normal concrete and Penetron Admix mixture of 0.8%, 0.9% and 1% for each variation. The value of compressive strength of normal concrete is 16.14 Mpa. The addition of Penetron Admix 0.8% produces concrete compressive strength of 13.59 Mpa. The addition of Penetron Admix 0.9% produces concrete compressive strength of 15.76 Mpa. The addition of 1% Penetron Admix produces concrete compressive strength of 16.61 Mpa. The compressive strength of concrete with a mixture of Penetron Admix 0.8% and 0.9% decreased but the addition of 1% Penetron Admix has increased the compressive strength of concrete. The results showed an increase in the percentage of Penetron Admix will increase the compressive

strength of concrete. The highest compressive strength value was obtained with the addition of 1% Penetron Admix.

Key word: concrete, admixture, waterproofing, penetron admix, compressive strength
PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu bahan yang paling penting dan paling umum digunakan dalam struktur bangunan. Beton merupakan campuran antara semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Seiring berjalannya waktu dan kemajuan teknologi, selain semen, air, agregat halus, dan agregat kasar, bahan utama pembuat beton ditambahkan *admixture* untuk mengubah sifat beton, sewaktu dalam keadaan segar atau setelah mengeras, seperti untuk mempercepat pengerasan, memperlambat pengerasan, meningkatkan *workability*, mengurangi retak-retak pada saat pengerasan, menambah kuat tekan, membuat beton menjadi kedap air dan sebagainya.

Admixture waterproofing untuk membuat beton kedap air (*waterproof*) semakin sering digunakan di dunia konstruksi khususnya di area ruang bawah tanah (*basement*) dan area-area penampungan air karena sudah disyaratkan oleh konsultan perencana. Campuran beton yang dicampur *admixture waterproofing* perlu dilakukan uji permeabilitas. Namun sangat jarang beton yang sudah tercampur *admixture waterproofing* dilakukan pengujian kuat tekan. Meskipun penggunaan *admixture waterproofin* dalam beton sangat dianjurkan, pengetahuan tentang pengaruh *admixture* ini pada sifat beton sangat penting.

Menurut Okere C.E., Nwankwo E.I., Arinze, B.C. dan Osukalu E.J. (2017), secara umum *admixture waterproofing* tidak memiliki efek negatif pada kekuatan beton, bahkan beberapa tipe *admixture waterproofing* meningkatkan mutu beton.

Beton

Beton adalah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi bahan pengikat (umumnya terdiri dari semen hidrolis dan air), agregat halus (pasir), dan agregat kasar (karang/batu pecah) dengan atau tanpa bahan tambahan (SNI 03-2847-2013). Sifat beton dipengaruhi oleh bahan penyusunnya dan cara pembuatannya. Semen berfungsi sebagai pengikat beton itu sendiri. Untuk kadar lumpur, gradasi, berat jenis agregat mempengaruhi

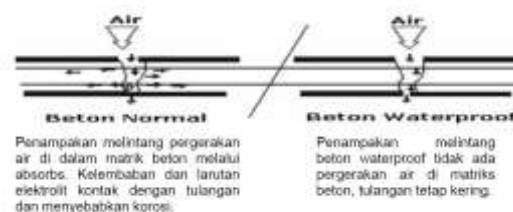
kekuatan beton. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaan, sedangkan agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan beton.

Waterproofing

Jika beton berada di dalam air atau berada di dekat permukaan air tanah (misalnya beton yang digunakan untuk konstruksi terowongan, tangki air, dinding dan lantai serta atap basement) maka beton tersebut tidak boleh mengalami rembesan sehingga dibuat kedap air. Beton sebenarnya tersusun dari bahan yang tidak kedap air. Beton biasa yang telah mengeras menyerupai spons padat (berpori) sehingga mudah menyerap cairan (absorpsi). 6 – 12 % dari volume beton adalah kapiler dan rongga. Kapiler-kapiler secara aktif “menghisap” kelembaban, atau cairan yang dapat masuk tanpa perlu adanya tekanan.



Gambar 1. Resapan air ke dalam beton



Gambar 2. Perbedaan beton normal dan *waterproof* ketika terjadi retak

Penetron Admix

Penetron merupakan bahan kimia aktif dalam bentuk bubuk yang bereaksi dengan kalsium dan aluminium dan air yang ada didalam beton untuk membentuk kristal yang mengisi rongga kapiler dan retakan pada beton. *Penetron* digunakan untuk sebagai perlindungan

menyeluruh pada beton. Tidak hanya melindungi beton dari paparan air tetapi juga melindungi beton dari bahan kimia, karbonasi dan klorida.

Penetron admix adalah campuran beton pengurang permeabilitas yang paling efisien dan ekonomis di dunia, seperti yang ditentukan oleh pengujian American Concrete Institute (ACI). Sebagai pengurang permeabilitas (*Permeability-Reducing Admixtures for Hydrostatic conditions*), *Penetron admix* memberikan perlindungan komprehensif terhadap kerusakan beton yang disebabkan oleh serangan kimiawi, siklus pembekuan-pencairan dan korosi, sambil menahan tekanan hidrostatik yang tinggi. Ditambahkan selama tempat beton, *Penetron admix* dapat secara signifikan meningkatkan daya tahan beton dan masa pakai. *Penetron admix* dapat meningkatkan kuat tekan beton. *Penetron admix* ini memberi beton kemampuan penyembuhan diri permanen. Setiap kali uap air baru masuk, *Penetron admix* mengembangkan formasi kristal baru yang menutup retakan mikro yang baru terbentuk.



Gambar 3. Hasil mikroskopis pada inti beton yang tercampur *Penetron*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengaruh *admixture waterproofing* terhadap kuat tekan beton. Bahan yang digunakan disini adalah *crystalline waterproofing integral (Penetron Admix)* dengan karakteristik berupa serbuk berwarna coklat yang dicampurkan ke dalam beton yang berfungsi untuk mengisi pori-pori beton dengan membentuk kristal di dalam beton sehingga membuat beton lebih padat dan pada saat berada di area basah beton menjadi kedap air.

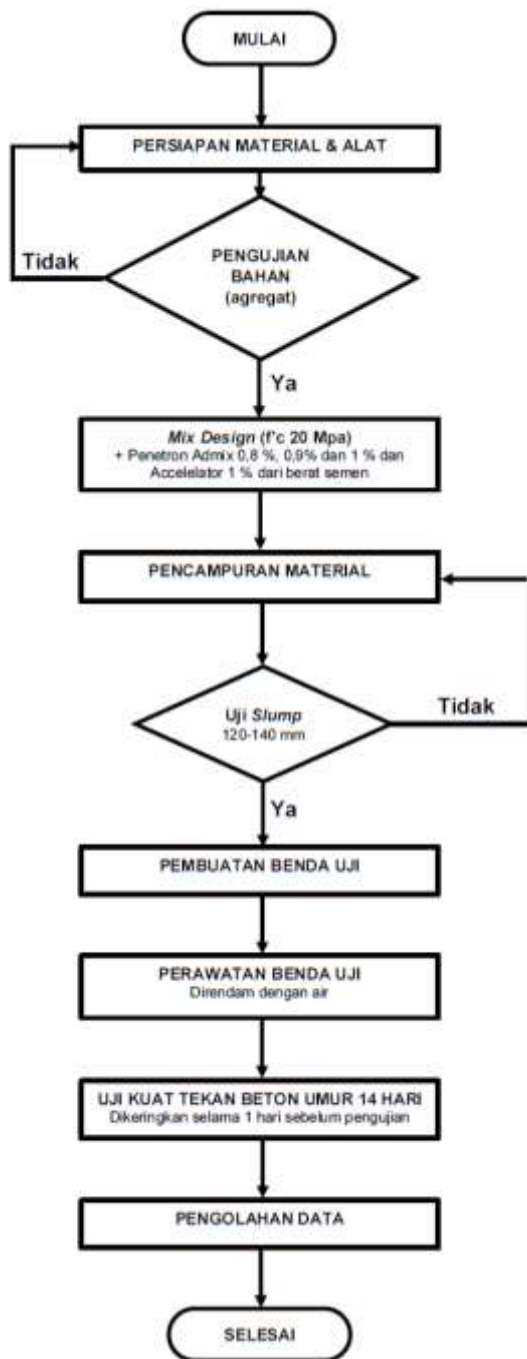
METODE

Metode penelitian adalah langkah umum atau metode yang dilakukan di dalam penelitian suatu masalah, kasus, fenomena, atau lainnya secara ilmiah untuk memperoleh hasil yang

rasional. Penelitian ini dilakukan dilakukan pada beton normal dan beton integral dengan *admixture Penetron Admix*.



Gambar 4. *Penetron Admix*



Gambar 5. Diagram alir penelitian

Data yang diperlukan adalah data primer yang diperoleh dengan melakukan pengujian

agregat sebagai bahan penyusun beton di laboratorium.

Data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan kemudian diolah dan dianalisa. Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan, dicari nilai simpangan baku atau standar deviasi (S). Setelah itu dicari Nilai T tabel sesuai dengan jumlah sampel yang diuji. Nilai T tabel akan semakin teliti datanya apabila nilai T tabel semakin mendekati nilai nol. Nilai T hitung dapat diterima apabila nilai datanya berada diantara dari nilai T tabel yang sudah ditetapkan. Jika sebaliknya, apabila nilai datanya kurang atau lebih dari nilai T tabel yang sudah ditetapkan, maka nilai T hitung ditolak.

Rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Dimana :

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| Σ = Jumlah | S = Standar deviasi |
| \bar{x} = Nilai rata-rata sampel | t = Nilai T hitung |
| X_i = Nilai sampel | n = Jumlah benda uji |
| $X_{\bar{c}}$ = Nilai rata-rata | μ_0 = rata-rata spesifik |



Gambar 6. Gaya sebaran berdasarkan nilai T tabel

Salah satu komponen yang penting dalam penelitian adalah proses pengumpulan data. Data tersebut kemudian dianalisa untuk menunjang penelitian, antara lain:

- Data SSD berat jenis agregat
- Data analisa saringan agregat
- Data uji kuat tekan beton
- Dokumentasi pelaksanaan

PEMBAHASAN DAN HASIL

Tabel 1. Campuran beton (*mix design*)

No	URAIAN	TABEL/GRAFIK HITUNGAN	NILAI
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	Di Tetapkan	20 Mpa umur 28 hari
2	Deviasi standar	Tabel 1 / Diketahui	5
3	Nilai tambah (margin)	$1,64 \times \text{No.}(2)$	8,2 Mpa
4	Target kuat tekan rata-rata	$\text{No. } (1+3)$	28,2 Mpa
5	Jenis semen <i>portland</i>	di tetapkan	Tiga Roda OPC Tipe I
6	Jenis agregat kasar	Alami/Batu Pecah	Batu pecah
	Jenis agregat halus	Alami/Batu Pecah	Alami
7	Faktor Air Semen (FAS) bebas	Tabel 2, Grafik 1	0,58
8	Faktor Air Semen Maksimum	Tabel 3, ambil nilai terkecil	0,58
9	<i>Slump</i>	ditetapkan	130 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum	ditetapkan	40 mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 5	185 Liter
12	Kadar Semen	$\text{No. } (11/8)$	319 kg
13	Kadar Semen Minimum	di tetapkan	319 kg
14	Fas yg di sesuaikan	$\text{No. } (13 \times 7)$	185 liter
15	Susunan butir Agregat	Tabel 7	Zona 1
16	Perbandingan agregat halus dan kasar	Grafik 2a, b,c	52 %
17	Berat Jenis Agregat Campuran	dihitung	2,4 kg
18	Berat Beton Segar	Grafik 3	2.235 kg/m ³
19	Kadar Agregat Gabungan	$\text{No. } (18 - 11 - 12)$	1.731 kg/m ³
20	Kadar Agregat Halus	$\text{No. } (16 \times 19)$	900 kg/m ³
21	Kadar Agregat kasar	$\text{No. } (19 - 20)$	831 kg/m ³

Tabel 2. Perencanaan campuran beton normal + 1 % *accelerator*

NO	Material	Keterangan	Sat.	Jumlah	Untuk 0,028 m ³
1	Semen	<i>Tabel mix design no. 12</i>	kg	319,00	8,93
2	Air	<i>Tabel mix design no. 11</i>	kg	181,80	5,09
3	Agregat halus	<i>Tabel mix design no. 20</i>	kg	900,00	25,20
4	Agregat kasar	<i>Tabel mix design no. 21</i>	kg	831,00	23,27
5	<i>Accelerator</i>	<i>1 % dari berat semen</i>	kg	3,20	0,09
		Berat Total	kg	2.235,00	62,58

Tabel 3. Perencanaan campuran beton + 0,8 % *Penetron Admix* + 1 % *accelerator*

NO	Material	Keterangan	Sat.	Jumlah	Untuk 0,028 m ³
1	Semen	<i>Tabel mix design no. 12</i>	kg	316,40	8,86
2	Air	<i>Tabel mix design no. 11</i>	kg	181,80	5,09
3	qw	<i>Tabel mix design no. 20</i>	kg	900,00	25,20
4	Agregat kasar	<i>Tabel mix design no. 21</i>	kg	831,00	23,27
5	<i>Accelerator</i>	<i>1 % dari berat semen</i>	kg	3,20	0,09

6	Penetron Admix	0,8 % dari berat semen	kg	2,60	0,07
Berat Total			kg	2.235,00	62,58

Tabel 4. Perencanaan campuran beton + 0,9 % *Penetron Admix* + 1 % *accelerator*

NO	Material	Keterangan	Sat.	Jumlah	Untuk 0,028 m ³
1	Semen	Tabel mix design no. 12	kg	316,10	8,85
2	Air	Tabel mix design no. 11	kg	181,80	5,09
3	Agregat halus	Tabel mix design no. 20	kg	900,00	25,20
4	Agregat kasar	Tabel mix design no. 21	kg	831,00	23,27
5	<i>Accelerator</i>	1 % dari berat semen	kg	3,20	0,09
6	Penetron Admix	0,9 % dari berat semen	kg	2,90	0,08
Berat Total			kg	2.235,00	62,58

Tabel 5. Perencanaan campuran beton + 1 % *Penetron Admix* + 1 % *accelerator*

NO	Material	Keterangan	Sat.	Jumlah	Untuk 0,028 m ³
1	Semen	Tabel mix design no. 12	kg	315,80	8,84
2	Air	Tabel mix design no. 11	kg	181,80	5,09
3	Agregat halus	Tabel mix design no. 20	kg	900,00	25,20
4	Agregat kasar	Tabel mix design no. 21	kg	831,00	23,27
5	<i>Accelerator</i>	1 % dari berat semen	kg	3,20	0,09
6	Penetron Admix	0,8 % dari berat semen	kg	3,20	0,09
Berat Total			kg	2.235,00	62,58

Analisis *student-t* adalah uji komparatif untuk menilai antara nilai tertentu dengan rata-rata. Analisis data yang dilakukan adalah analisis statistik *student-t*, digunakan untuk mengetahui kuat tekan rata-rata beton normal dan campuran setelah dicampur *Penetron admix*.



Gambar 7. Benda uji dan pengujian kuat tekan beton

Tabel 6. Data hasil pengujian kuat tekan beton

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Dimensi		Luas bidang (mm ²)	Gaya tekan (KN)	Kuat tekan (N/mm ²)
					L (mm)	D (mm)			
0 % S1	15/08/2022	29/08/2022	14	11,725	300	150	17.662,5	245	13,9
0 % S2	15/08/2022	29/08/2022	14	11,530	300	150	17.662,5	295	16,7
0 % S3	15/08/2022	29/08/2022	14	11,695	300	150	17.662,5	285	16,1
0 % S4	15/08/2022	29/08/2022	14	11,495	300	150	17.662,5	275	15,6
Rata-rata									15,6
0,8 % S1	15/08/2022	29/08/2022	14	11,910	300	150	17.662,5	260	14,7
0,8 % S2	15/08/2022	29/08/2022	14	11,840	300	150	17.662,5	235	13,3
0,8 % S3	15/08/2022	29/08/2022	14	11,770	300	150	17.662,5	185	10,5
0,8 % S4	15/08/2022	29/08/2022	14	11,695	300	150	17.662,5	225	12,7
Rata-rata									12,8
0,9 % S1	15/08/2022	29/08/2022	14	12,040	300	150	17.662,5	190	10,8
0,9 % S2	15/08/2022	29/08/2022	14	11,845	300	150	17.662,5	260	14,7
0,9 % S3	15/08/2022	29/08/2022	14	11,825	300	150	17.662,5	275	15,6
0,9 % S4	15/08/2022	29/08/2022	14	12,02	300	150	17.662,5	300	17,0
Rata-rata									14,5
1 % S1	15/08/2022	29/08/2022	14	12,040	300	150	17.662,5	255	14,4
1 % S2	15/08/2022	29/08/2022	14	11,890	300	150	17.662,5	290	16,4
1 % S3	15/08/2022	29/08/2022	14	11,840	300	150	17.662,5	290	16,4
1 % S4	15/08/2022	29/08/2022	14	11,83	300	150	17.662,5	300	17,0
Rata-rata									16,1

Tabel 7. Nilai *student-T* beton normal dengan 1 % *accelerator*

Beton normal dengan tambahan 1 % <i>accelerator</i>									
No. Sample	Nilai kuat tekan (X)		X- μ_0	S	vn	t hitung	t table		Keterangan
							Batas kiri	Batas kanan	
1	13,9	Mpa	-1,70	0,122	2	-2,777	-2,353	2,353	Ditolak
2	16,7	Mpa	1,13			1,852			Diterima
3	16,7	Mpa	0,57			0,926			Diterima
4	15,6	Mpa	0,00			0,000			Diterima
Rata-rata (μ_0)	15,6	Mpa							
Rata-rata hasil yang diterima adalah					16,14 Mpa				

Tabel 8. Nilai *student-T* beton dengan 1 % *accelerator* dan 0,8 % *Penetron admix*

Beton normal dengan tambahan 1 % <i>accelerator</i> dan 0,8 % <i>Penetron Admix</i>									
No. Sample	Nilai kuat tekan (X)		X- μ_0	S	vn	t hitung	t table		Keterangan
							Batas kiri	Batas kanan	
1	14,7	Mpa	1,91	1,77	2	2,164	-2,353	2,353	Diterima
2	13,3	Mpa	0,50			0,561			Diterima
3	10,5	Mpa	-2,34			-2,645			Ditolak
4	12,7	Mpa	-0,07			-0,080			Diterima
Rata-rata (μ_0)	12,8	Mpa							
Rata-rata hasil yang diterima adalah					13,59 Mpa				

Tabel 9. Nilai *student-T* beton dengan 1 % *accelerator* dan 0,9 % *Penetron admix*

Beton normal dengan tambahan 1 % <i>accelerator</i> dan 0,9 % <i>Penetron Admix</i>									
No. Sample	Nilai kuat tekan (X)		X- μ_0	S	vn	t hitung	t table		Keterangan
							Batas kiri	Batas kanan	
1	10,8	Mpa	-3,75	2,67	2	-2,810	-2,353	2,353	Ditolak
2	14,7	Mpa	0,21			0,159			Diterima
3	15,6	Mpa	1,06			0,795			Diterima
4	17,0	Mpa	2,48			1,856			Diterima
Rata-rata (μ_0)	14,5	Mpa		Rata-rata hasil yang diterima adalah 15,76 Mpa					

Tabel 10. Nilai *student-T* beton dengan 1 % *accelerator* dan 1 % *Penetron admix*.

Beton normal dengan tambahan 1 % <i>accelerator</i> dan 1 % <i>Penetron Admix</i>									
No. Sample	Nilai kuat tekan (X)		X- μ_0	S	vn	t hitung	t table		Keterangan
							Batas kiri	Batas kanan	
1	14,4	Mpa	-1,63	1,12	2	-2,913	-2,353	2,353	Ditolak
2	16,4	Mpa	0,35			0,663			Diterima
3	16,4	Mpa	0,35			0,663			Diterima
4	17,0	Mpa	0,92			1,647			Diterima
Rata-rata (μ_0)	16,1	Mpa		Rata-rata hasil yang diterima adalah 16,61 Mpa					

Tabel 11. Persentase peningkatan kuat tekan beton

Parameter	Beton normal	Beton campuran <i>Penetron admix</i>		
		0,8 %	0,9 %	1 %
Kuat tekan beton (Mpa)	16,14	13,59	15,76	16,61
Persentase peningkatan kuat tekan beton	0	-15,8 %	- 2,35 %	2,9 %



Gambar 8. Diagram perbandingan nilai kuat tekan (Mpa)



Gambar 9. Grafik hasil uji kuat tekan beton

Dari gambar di atas, didapat data bahwa hasil uji kuat tekan beton normal yaitu sebesar 16,14 Mpa, hasil uji kuat tekan beton pada persentase 0,8 % yaitu sebesar 13,59 Mpa, hasil uji kuat tekan beton pada persentase 0,9 % yaitu sebesar 15,76 Mpa dan hasil uji kuat tekan beton pada persentase 1 % yaitu sebesar 16,61 Mpa. Pada penambahan *Penetron admix* 1 % didapat kuat tekan beton tertinggi 16,61 Mpa, dan yang memiliki nilai kuat tekan paling rendah di miliki beton dengan campuran 0,8 % dengan nilai kuat tekan 13,59 Mpa.

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi penyimpangan dalam penelitian ini. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapat semakin tinggi dosis campuran *admixture waterproofing* mutu beton yang semakin meningkat. Pada dosis campuran *Penetron admix* 0,8 % dan 0,9 % terjadi penurunan akibat ada kesalahan dalam pembuatan benda uji. Tidak dilakukan kembali uji SSD pada material agregat pada saat akan dilaksanakan pencampuran material, material yang sudah tidak SSD bisa menurunkan kuat tekan beton karena menyerap air didalam beton.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan berikut ini:

- a. Penambahan *admixture waterproofing integral Penetron admix* dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Beton dengan campuran 0,8 % dan 0,9 % mengalami penurunan mutu beton. Sedangkan untuk beton dengan campuran 1 % mengalami peningkatan kuat tekan beton. Penurunan kuat tekan beton disebabkan adanya penyimpangan pada saat pembuatan benda uji.
- b. Nilai kuat tekan tertinggi didapat pada campuran *Penetron admix* 1 % dari berat semen.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah terkait metode pelaksanaan. Sebaiknya pembuatan benda uji dilakukan secara manual agar material bisa tercampur dengan rata, sedangkan peneliti membuat benda uji menggunakan *mixer/molen* beton. Serta pembuatan benda uji disarankan mengikuti

standar deviasi yaitu minimal 30 benda uji supaya tingkat ketelitian lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

American Concrete Institute. 1990: *Control of Cracking in Concrete Structures* - ACI 224R-90.

American Society for Testing And Materials. 1999: *Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete* - ASTM C330 – 99.

American Society for Testing And Materials. 2001. *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete* - ASTM C494-92.

Badan Standar Nasional 1990: Metode Pengujian Kuat Tekan Beton - SNI-03-1974-1990. Jakarta.

Badan Standar Nasional 1991: Bahan Tambah Untuk Beton - SNI-03-2495-1991. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal - SNI 03-2834-2000. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2011) Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder - SNI-1974-2011. Jakarta.

Bryan Ramadhan, Yunita Perdanawati, David Widiyanto dan Budi Setiyadi. 2018. Pengaruh Penggunaan Zat Admixture "X" Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Beton. Semarang: G-SMART Jurnal, Vol. 2 No. 1 Juni 2018. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Ekka Kozaly dan Arianti Sutandi. 2018. Studi Perbandingan Pemasangan Material Waterproofing Jenis Self Adhesive Membrane Dengan Crystalline. Jakarta : Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 1, No. 1, Agustus 2018. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara.

Girish B. Mahajan and Suresh K. Ukarande. 2021. *Effect On Durability Properties Of Self-Compacting Concrete Produced*

By Utilizing Cementitious Materials, Ultrafine Concrete Additives And Fourth Generation Super-Plasticizers.
India: International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)
Volume 12, Issue 10, October 2021,
Somaiya Institute of Engineering
Information Technology, University of
Mumbai.

- I Made Jaya, I Made Suardana Kader, I Wayan Suasira , I Putu Indra Yuda. 2017. Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Antara Beton Normal Dan Beton Integral Waterproofing. Bali: JURNAL LOGIC. VOL. 17. NO. 3. NOPEMBER 2017. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali
- Nugraha dan Antoni. (2007). Teknologi Beton dan Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi. Yogyakarta: Andi Offset.
- Okere C.E., Nwankwo E.I., Arinze, B.C. & Osukalu E.J. 2017. *Waterproof Concrete Additives and Their Effects on Concrete Properties.* Nigeria: Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST). Civil Engineering department Federal University
- Penetron Indonesia. Penetron Admix. Technical Data Sheet. Retrived from penetron.co.id <http://penetron.co.id/products/penetron-admix> diakses 1 September 2022
- Rahmat, Irna Hendriyani dan Moh. Syaiful Anwar. 2016. *Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water Dan Accelerated Admixture.* Balikpapan:INFO TEKNIK, Volume 17 No.2 Desember 2016. Program Studi Tekni Sipil Universitas Balikpapan.
- Tri Mulyono. 2003. *Teknologi Beton.*Yogyakarta: Andi Offset