



Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Tipe A (*Water Reducing*) Terhadap Sifat-Sifat Beton

Adri Triadi¹, Roestaman², Sulwan Permana³

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1611010@itg.ac.id

²roestaman@itg.ac.id

³sulwanpermana@itg.ac.id

Abstrak – Beton merupakan suatu material yang keras menyerupai batu yang dibuat dengan campuran semen, pasir, kerikil/split dan air serta dengan penambahan bahan lainnya yang dapat mempengaruhi beton itu sendiri. Penelitian ini menggunakan *aditif sika viscocrete* 1003 yang bertujuan untuk menambah nilai kuat tekan beton dari rancangan beton normal pada umur 14 hari. Urutan penelitian dimulai dari pengumpulan material, pengumpulan data, pengujian agregat, proses rekayasa, pembuatan benda uji, pengujian sample dan mengambil kesimpulan dari penelitian tersebut. Untuk persentase *aditif sika viscocrete* 1003 yaitu 0,2 % sampai 0,6 % diambil dari berat semen, ditambah dengan komposisi campuran beton normal dibuat dalam benda uji silinder ukuran 10 x 30 pada umur 14 hari. Penelitian dengan menggunakan *aditif sika viscocrete* 1003 ini menghasilkan nilai slump antara 75-100 mm. Nilai dari kuat tekan yang didapat dari penambahan *superplasticizer* ini pada umur 14 hari untuk penambahan 0,5 % dan 0,6 % mengalami penurunan berdasarkan perhitungan trendline. Pada campuran 0,2 % didapat nilai kuat tekan sebesar 14,33 MPa, campuran 0,3 % sebesar 14,99 MPa, campuran 0,4 % sebesar 13,67 MPa, Campuran 0,5 % sebesar 14,23 MPa dan campuran 0,6 % sebesar 14,23 dari kuat tekan beton normal dihasilkan sebesar 10,67.MPa.

Kata Kunci – *Aditif*; Kuat Tekan Beton; *Superplasticizer*.

I. PENDAHULUAN

Bangunan seperti jalan, jembatan, rumah atau gedung. Material yang sering digunakan adalah beton sebagai material bangunan, karena memiliki beberapa faktor yaitu mudah dibentuk, memiliki kekuatan yang baik, tahan api, serta bentuk dan ukuran yang dibutuhkan. Beton adalah bahan bangunan komposit yang tersusun dari agregat, bahan penguat dan pengikat semen. Perkembangan pembangunan infrastruktur saat ini membutuhkan penggunaan beton yang berkualitas tinggi guna memudahkan pembangunan dan memenuhi kebutuhan proses konstruksi. Atau hampir selalu menggunakan admixtures untuk teknologi beton siap pakai. Performa terpenting dari beton adalah kuat tekannya [1]. Salah satu masalah yang juga mempengaruhi kuat tekan beton adalah porositas. Porositas beton diartikan sebagai perbandingan volume pori atau rongga terhadap volume total beton. Alasan terjadinya porositas adalah karena massa jenis yang tidak ideal, karena partikel bahan bangunan beton relatif besar. Porositas juga dipengaruhi oleh ukuran dan ukuran faktor air semen (FAS), dan rasio berat air terhadap berat semen [2]. Semakin rendah rasio air terhadap semen maka semakin tinggi kuat tekannya. Air dalam jumlah tertentu diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi untuk mengeras beton [3]. Air yang berlebihan akan meningkatkan kemampuan kerja (beton mudah dicetak), tetapi akan mengurangi kekuatannya. Jika faktor air pada semen terlalu rendah maka beton menjadi sulit dikerjakan, sehingga kekompakannya tidak maksimal, beton menjadi keropos dan mengurangi kekuatannya [4]. Bahan tambahan adalah bahan dalam bentuk bubuk atau cair yang ditambahkan ke dalam campuran beton dalam jumlah tertentu

selama proses pencampuran untuk mengubah sifat tertentu dari beton tersebut diklasifikasikan dengan SNI 03-2495-1991 [5]. penggunaan bahan kimia pembantu (*admixture*) pada beton dilakukan untuk meningkatkan karakteristik kekuatan beton tanpa mengurangi *workability*. Penambahan beton campur yaitu *superplasticizer* dosis tertentu dapat meningkatkan kuat tekan beton dan merupakan bahan kimia pereduksi air yang sangat efektif [5],[6].

II. URAIAN PENELITIAN

A. Penejelasan Beton

Beton adalah semen portland atau semen hidrolis lainnya, campuran agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Menurut SNI 2847: 2013 beton memiliki kuat tekan yang baik, sehingga beton banyak digunakan atau digunakan dalam pemilihan tipe struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan. Beton terdiri dari $\pm 15\%$ semen, $\pm 8\%$ air, $\pm 3\%$ udara, sisanya pasir dan kerikil. Campuran yang mengeras memiliki sifat yang berbeda, tergantung pada metode pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara pengangkutan, cara pencetakan, cara pemadatan, dan lain-lain akan mempengaruhi kinerja beton [7],[8].

B. Bahan Tambah Tipe A (*Water Reducing*)

Antara lain penggunaan agen pereduksi air adalah menghasilkan beton dengan rasio air-semen yang rendah atau rasio air-semen dengan tidak mengurangi kadar semen dan *slump*. Atau dengan tidak mengubah kandungan semen yang digunakan di bawah faktor air semen tetap, nilai *slump* yang dihasilkan bisa lebih tinggi. Artinya mengubah kandungan semen, tetapi tidak mengubah fasa dan *slump*. Pada kasus pertama, pengurangan perakitan secara tidak langsung akan meningkatkan intensitas tegangan, karena pada banyak kasus, perakitan yang lebih rendah akan meningkatkan kuat tekan beton [9].

C. Kuat Tekan Beton

Nilai kuat tekan beton diketahui dengan melakukan pengujian pasca umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maks dan dapat dihitung dengan rumus :

$f^c = P/A$, dimana :

P = gaya maksimum dari mesin, (N)

A = luas penampang sampel, (mm^2)

f^c = kuat tekan beton, (N/mm^2)

Tabel 1: Ukuran Benda Uji Kuat Tekan Beton [10]

Jenis Benda Uji	Ukuran Cetakan (mm)
Kubus	100 x 100 x 100
	150x 150 x 150
Balok	500 x 100 x 100
	600 x 150 x 150
Silinder	Dia.150 dan ting.300
	Dia.100 dan ting.200

Tabel 2: Perbandingan Kuat Tekan Beton Berdasarkan Benda Uji [11].

No	Bentuk Benda Uji	Nilai Konversi
1	Kubus 10x10x10 (cm)	1,04
2	Kubus 15x15x15 (cm)	1,00
3	Silinder d=10, t=20 (cm)	0,86

No	Bentuk Benda Uji	Nilai Konversi
4	Silinder d=15, t=30 (cm)	0,83

D. Metode Penelitian

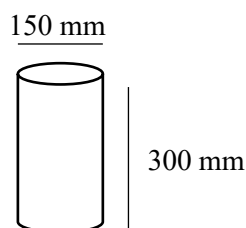
1) Objek Penelitian

Pada penelitian objek uji tekan menggunakan bahan tambah tipe A (*water reducing*) dan untuk melakukan penelitian ini menggunakan 2 (dua) kekuatan mutu beton yang berbeda-beda yang pertama $f'c$ 15 dan $f'c$ 25. Berikut beberapa variasi campuran beton yang akan digunakan :

- Beton normal dengan berat air 100%;
- Beton normal dengan berat air 92% + Bahan Tambah Tipe A 0,2% dari berat semen;
- Beton normal dengan berat air 91% + Bahan Tambah Tipe A 0,3% dari berat semen;
- Beton normal dengan berat air 90% + Bahan Tambah Tipe A 0,4% dari berat semen;
- Beton normal dengan berat air 89% + Bahan Tambah Tipe A 0,5% dari berat semen;
- Beton normal dengan berat air 88% + Bahan Tambah Tipe A 0,6% dari berat semen

2) Perencanaan *Mix Design* Beton dan Pembuatan Benda Uji

Untuk mendapatkan nilai mutu beton sesuai rencana perlu adanya campuran yang sesuai dengan apa yang diinginkan, dan untuk tata cara pembuatan dan perawatan beton ini mengacu kepada standar yang ada dengan ketentuan yang berlaku yaitu SNI 2493-2011. Benda uji di buat dengan mutu beton $f'c$ 20 MPa. Bnda uji terdiri dari benda uji terhadap kuat tekan beton berbentuk silinder dengan dimensi 150 x 300 mm. Dalam penelitian ini, pembuatan benda uji beton menggunakan campuran beton biasa dengan tambahan *water reduce*. Berikut adalah desain dari benda uji yang berbentuk silinder.



Gambar 1: Benda Uji Silinder

Pada satu benda uji dengan tiap campuran beton biasa dengan tambahan bahan tambah tipe A dibuat 3 (Tiga) sampel. Berikut adalah campuran pembuatan beton biasa dengan tambahan *water reduce* sebagai berikut:

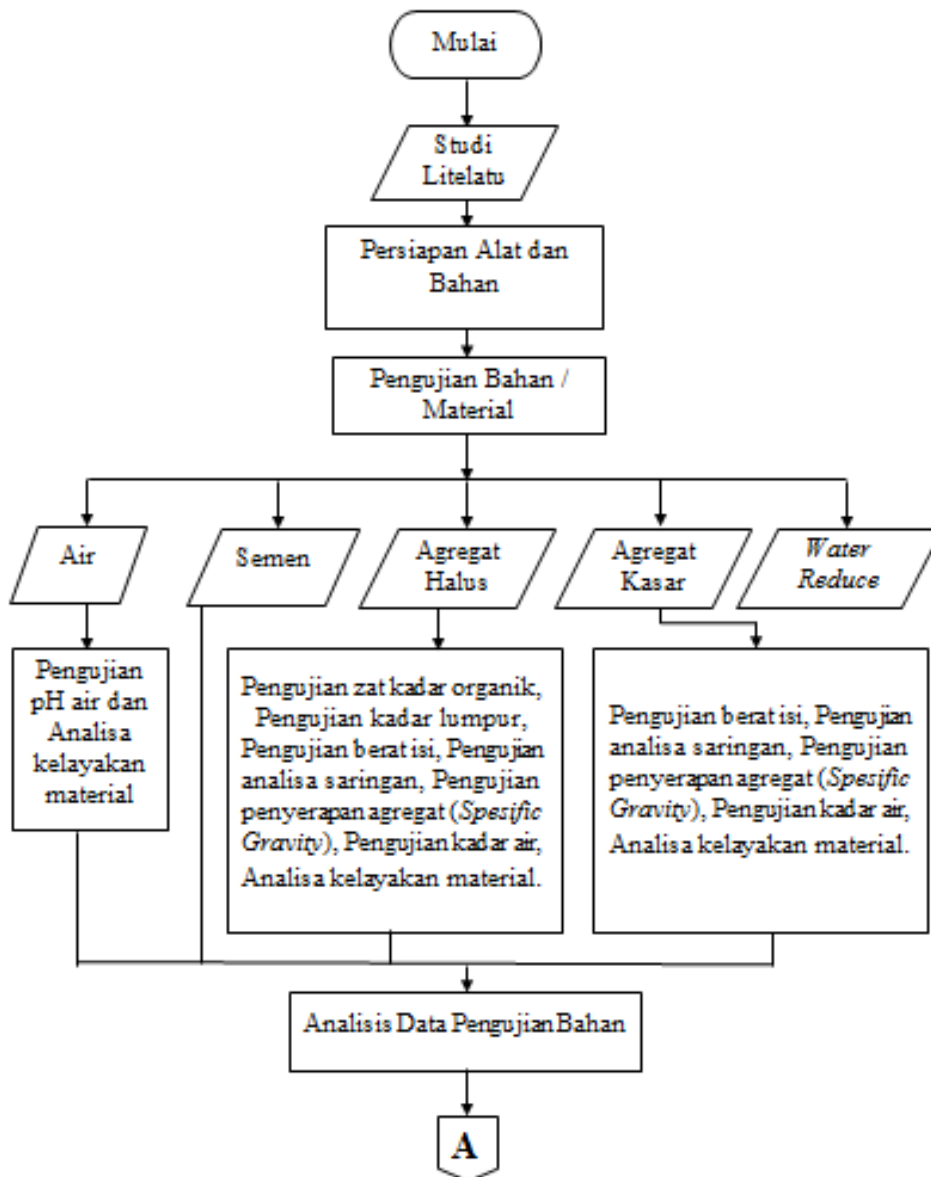
- Campuran 1 yaitu Beton Normal dengan berat air 100%;
- Campuran 2 yaitu Beton Normal dengan berat air 92% + Bahan Tambah Tipe A 0,2% dari berat semen;
- Campuran 3 yaitu Beton Normal dengan berat air 91% + Bahan Tambah Tipe A 0,3% dari berat semen;
- Campuran 4 yaitu Beton Normal dengan berat air 90% + Bahan Tambah Tipe A 0,4% dari berat semen;
- Campuran 5 yaitu Beton Normal dengan berat air 89% + Bahan Tambah Tipe A 0,5% dari berat semen;
- Campuran 6 yaitu Beton Normal dengan berat air 88% + Bahan Tambah Tipe A 0,6% dari berat semen.

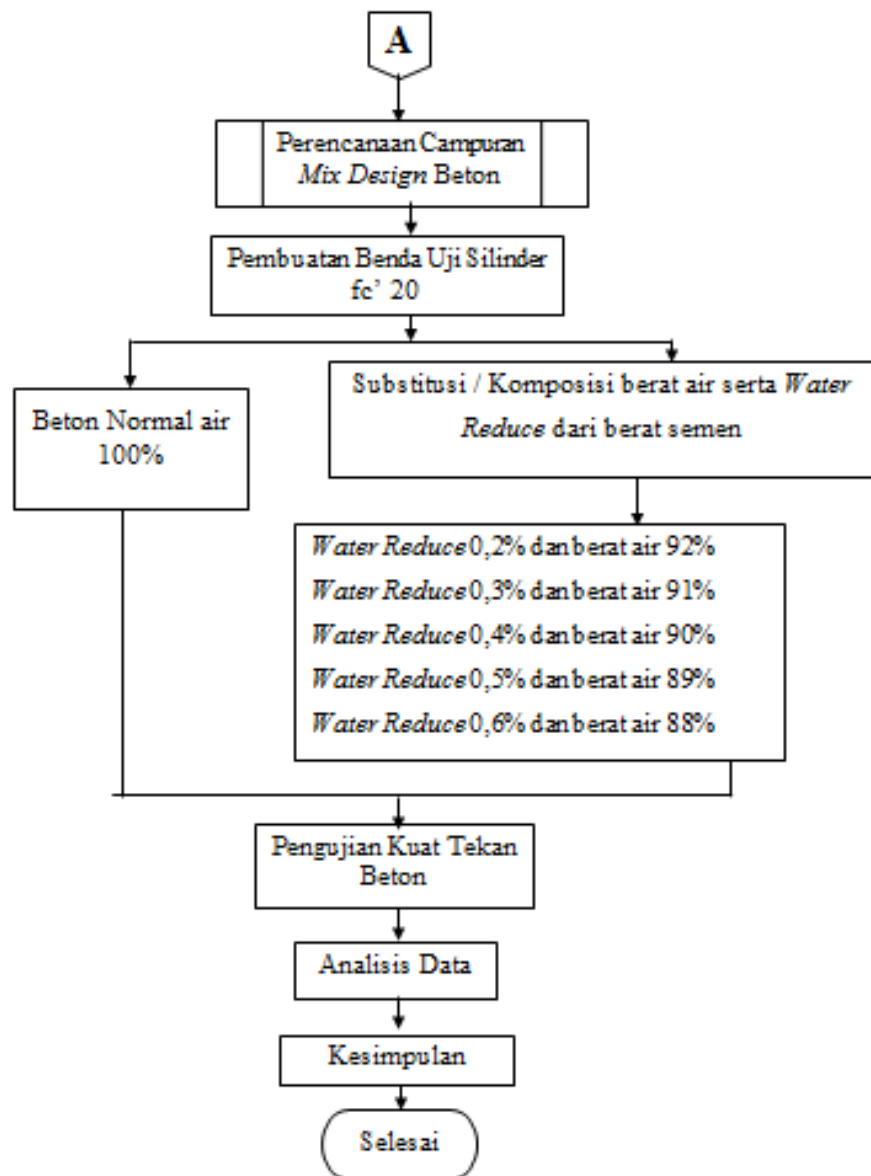
3) Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium merupakan salah satu metode yang dilakukan dalam penelitian, pengujian laboratorium ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari pengujian yang dilakukan, dan juga memperoleh hasil data-data dari pengujian tersebut. Untuk pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar yang ada, dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku. Untuk tahapan pengujian dalam penelitian ini diantaranya:

- Persiapan bahan material dan alat untuk pengujian;
- Pengujian bahan material campuran beton;

- c. Perencanaan campuran beton (*mix design*) dan pembuatan benda uji;
 - d. Pengujian.
- 4) Pengujian Sampel
Setelah melakukan pengujian terhadap material campuran beton, melaksanakan perencanaan *design mix* dan pembuatan benda uji langkah berikutnya adalah dengan melakukan pengujian benda uji dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*, semua benda uji diuji dengan alat tersebut, dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan pada beton dengan menggunakan bahan tambahan Bahan Tambah Tipe A (*Water Reducing*).
- 5) Bagan Alir





Gambar 2: Bagan Alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Bahan

Pengujian bahan bertujuan untuk mengetahui bahan penyusun beton tersebut layak untuk digunakan atau tidak, yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian material berupa pengujian agregat kasar, pengujian agregat halus, dan pengujian berat jenis semen. Dalam penelitian ini penulis mengambil data pengujian yang sudah dilakukan sebelumnya, untuk data pengujian agregat halus dan agregat kasar diambil dari laboratorium PUPR Kabupaten Garut dikarenakan pasir dan batu pecah yang digunakan sama. Sedangkan jenis semen dalam penelitian ini adalah semen PCC dengan nilai berat jenis diambil dari hasil pengujian laboratorium Politeknik Negeri Bandung.

B. Hasil Mix Design

Perhitungan rancangan campuran beton berdasarkan metode SNI 7656-2012 yang di adopsi dari ACI 211. Diketahui data bahan untuk campuran beton dengan rencana kekuatan beton $f'c$ 20 MPa Nilai slump pada umur 28 hari adalah 75 mm sampai 100 mm. Ukuran nominal maksimum agregat kasar pada kondisi konsolidasi adalah 37,5 mm, berat kering oven adalah 1481 kg / m³, semen yang digunakan adalah semen tanpa tambahan udara, dan berat jenis 2.92. Maka komposisi material untuk 1 m³ beton dan 15 sampel beton silinder dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Komposisi Campuran Beton

Material	Berdasarkan kandungan Air (Kg/m ³)	1 sampel	18 sampel
		Kg	Kg
Air	191.590	1.015187513	18.273
Semen	280.4497	1.486032848	26.749
Agregat Kasar	1032.11	5.468892863	98.440
Agregat Halus	857.89	4.545744638	81.823

Dari Tabel 3 didapatkan kebutuhan bahan untuk 18 sampel beton dibutuhkan air sebanyak 18,273 kg, kadar semen 26,749 kg, agregat kasar 98,440 kg, dan agregat halus sebanyak 81,823 kg. Sedangkan pada penelitian ini dilakukan enam kali pencampuran bahan penyusun beton, dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Proporsi Campuran

Campuran	Ag. Kasar (kg)	Ag. Halus (kg)	Semen (kg)	Pengurangan Air 8% - 12% (liter)	Bahan Tambah 0,2% - 0,6% (liter)
Dasar	16.407	13.637	4.4581	3.0456	0
1	16.407	13.637	4.4581	2.8019	0.0089
2	16.407	13.637	4.4581	2.7715	0.0134
3	16.407	13.637	4.4581	2.7410	0.0178
4	16.407	13.637	4.4581	2.7106	0.0223
5	16.407	13.637	4.4581	2.6801	0.0267
Jumlah	98.440	81.823	26.749	16.751	0.089

Dari Tabel 4 terdapat proporsi campuran yang dipakai untuk melaksanakan pencampuran beton termasuk bahan tambah.

C. Hasil Uji Slump

Uji *slump* dirancang untuk memantau homogenitas dan kemampuan kerja campuran beton segar dengan ketebalan tertentu. Hasil pengujian *slump* pada percobaan pencampuran pertama, nilai *slump* menunjukkan kurang dari 75 mm yang tidak sesuai dengan rencana awal dalam *mix design*, menandakan kurangnya air dalam pencampuran tersebut [12]. Kemudian ditambahkan air pada campuran beton kurang lebih 280 gram, sampai adanya penurunan pada nilai slump antara 75 mm sampai dengan 100 mm yang dilihat tabel berikut:

Tabel 5: Nilai Slump Test

Campuran	Nilai Slump (mm)	Penambahan Air (gram)	Keterangan
Dasar	80	280	Memenuhi
1	85	-	Memenuhi
2	85	320	Memenuhi

Campuran	Nilai Slump (mm)	Penambahan Air (gram)	Keterangan
3	85	260	Memenuhi
4	75	320	Memenuhi
5	78	60	Memenuhi

Tabel 5 menunjukkan nilai *slump* yang sama terjadi pada campuran pertama dan kedua dengan nilai yaitu 80 mm dan 85, namun adanya perbedaan pada penambahan kadar air pada campuran pertama dan ke dua dengan nilai 280 gram pada yang pertama namun pada campuran kedua tidak terdapat penambahan air. Sedangkan pada campuran ke tiga, penambahan air lebih sedikit dibandingkan dengan yang sebelumnya yaitu sebesar 260 gram, dengan menunjukkan nilai *slump* yang tepat sesuai rencana yaitu 85 mm.

D. Hasil Pengujian Beton Segar

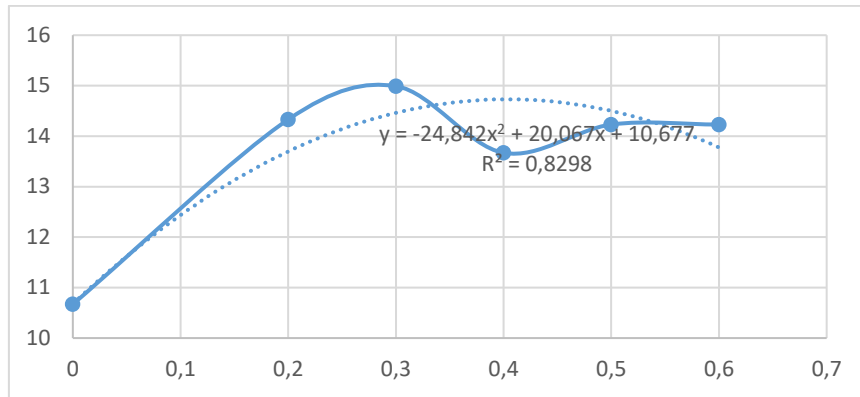
Pengujian tersebut untuk menentukan berat beton segar. Hasil uji bobot beton segar tiap satu sampel dengan nilai *slump* 75 sampai dengan 100 mm menunjukkan berat isi rata-rata yaitu 2261.854 kg/m³, hasil pengujian ini memenuhi sesuai dengan standar SNI 1973-2008 yaitu diantara 1842 kg/m³ sampai 2483 kg/m³, serta sesuai dengan berat isi beton yang telah direncanakan yaitu 2362,02 kg/m³ yang selisihnya masih kurang dari 5% dan terdapat pada tabel berikut:

Tabel 6: Berat Isi Beton Segar

Nama Benda Uji	Berat Wadah Mm (kg)	Berat Wadah Berisi Beton Mc (kg)	Volume Wadah Vm (m ³)	Berat Isi D (kg/m ³)
Campuran Dasar	11,42	23,22	0,0053	2226,940
	11,42	23,38	0,0053	2257,136
	11,42	23,44	0,0053	2268,460
Campuran 1	11,16	23,22	0,0053	2276,008
	11,25	23,38	0,0053	2289,219
	11,14	22,88	0,0053	2215,617
Campuran 2	11,14	23,14	0,0053	2264.685
	10,9	23,00	0,0053	2283.557
	11,44	23,32	0,0053	2242.038
Campuran 3	10,54	22,46	0,0053	2249.587
	11,08	23,14	0,0053	2276.008
	11,4	23,36	0,0053	2257.136
Campuran 4	10,72	22,36	0,0053	2196.745
	10,6	22,48	0,0053	2242.038
	11,26	23,28	0,0053	2268.460
Campuran 5	11,1	23,26	0,0053	2313.753
	11,18	23,40	0,0053	2306.204
	10,96	23,04	0,0053	2279.783
Jumlah				40713.376
Rata - Rata				2261.854

E. Hasil Kuat tekan Beton

Berdasarkan pengujian didapat nilai rata-rata kuat tekan beton normal dan beton dengan bahan tambah *plasticizer* yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3: Nilai Kuat Tekan Beton

Tabel 7: Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Persamaan *Trendline*

No.	Tipe Perkuatan	Nilai kuat tekan berdasarkan persamaan kuadrat $Y = -24,842x^2 + 20,067x + 10,677$ (MPa)
1.	Beton Normal	10,677
2.	Bahan Tambah Tipe A 0,2%	13,696
3.	Bahan Tambah Tipe A 0,3%	14,461
4.	Bahan Tambah Tipe A 0,4%	14,729
5.	Bahan Tambah Tipe A 0,5%	14,5
6.	Bahan Tambah Tipe A 0,6%	13,774

Disimpulkan bahwa :

- 1) Beton dengan bahan tambah 0,2% mengalami kenaikan kekuatan 28,28% dari kekuatan beton normal;
- 2) Beton dengan bahan tambah 0,3% mengalami kenaikan kekuatan 35,44% dari kekuatan beton normal;
- 3) Beton dengan bahan tambah 0,4% mengalami kenaikan kekuatan 37,95% dari kekuatan beton normal;
- 4) Beton dengan bahan tambah 0,5% mengalami kenaikan kekuatan 35,81% dari kekuatan beton normal;
- 5) Beton dengan bahan tambah 0,6% mengalami kenaikan kekuatan 29,01% dari kekuatan beton normal.

Capaian kekuatan beton dengan penambahan 0,5% dan 0,6% bahan tambah cenderung mengalami penurunan dibandingkan dengan kekuatan yang dicapai sebelumnya yaitu pada penambahan 0,4% bahan tambah. Hal ini dimungkinkan karena kandungan air dalam bahan tambah dengan prosentase yang lebih besar telah berpengaruh terhadap nilai faktor air semen yang lebih besar dan juga berpengaruh terhadap berkurangnya homogenitas adukan beton.

Persentase penambahan bahan tambah optimum yang menghasilkan kekuatan maksimum bisa dicari sebagai berikut :

$$y = -24,842x^2 + 20,067x + 10,677$$

$$\frac{dx}{dy} = 0$$

$$-49,684x + 20,067 = 0$$

$$x = \frac{20,067}{49,684}$$

$$x_{\text{optimum}} = 0,403893\%$$

$$y = -24,842x^2 + 20,067x + 10,677$$

$$= -24,842 (0,403893) + 20,067 (0,403893) + 10,677$$

$$y_{\text{maks}} = 14,72946 \text{ MPa}$$

Jadi untuk hasil nilai x optimumnya di dapat $x = 0,403893\%$ dan untuk hasil y maksimum nya di dapat $y = 14,72946 \text{ MPa}$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan ruang lingkup dan batasan-batasan sebagaimana dijelaskan maka didapat hasil:

- 1) Bahan Tambah Tipe A (*Water Reducing*) sangat berpengaruh terhadap karakteristik bentuk dan sifat bahan beton, karena dengan penambahan bahan tambah tipe a meningkatkan workability pada beton;
- 2) Hasil analisis *trendline* berdasarkan data nilai kuat tekan menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan beton yang ditambahkan bahan tambah tipe A terhadap kuat tekan beton normal yang tanpa penambahan.
 - a. Peningkatan 28,28% untuk penambahan bahan tambah 0,2%;
 - b. Peningkatan 35,44% untuk penambahan bahan tambah 0,3%;
 - c. Peningkatan 37,95% untuk penambahan bahan tambah 0,4%;
 - d. Peningkatan 35,81% untuk penambahan bahan tambah 0,5%;
 - e. Peningkatan 29,01% untuk penambahan bahan tambah 0,6%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian dapat disarankan, yaitu:

- 1) Dalam hal penelitian campuran beton data hasil uji bahan yang diperlukan sebaiknya berupa data primer hasil pengujian sendiri, bukan data sekunder dari sumber tertentu;
- 2) Dalam hal penelitian campuran beton yang data kuat tekannya harus diperoleh dari pengujian sampel uji, pembuatan sampel-sampel uji harus dilakukan seteliti mungkin sesuai dengan tatacara yang benar supaya tidak terjadi hasil uji yang meragukan atau salah;
- 3) Sebaiknya dilakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan bahan tambah tipe a (*water reducing*) terhadap sifat-sifat beton dengan mutu beton berbeda dan dosis bahan tambah yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Yonnes, H. Warman, and Khadavi, "Pengaruh Pemakaian Superplasticizer (Sika Viscocrete 1003) Dalam Rancangan Beton Mutu Tinggi," *e-journal Bung Hatta Univ.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–18, 2017.
- [2] D. Sarwono, F. P. Pramesti, and D. P. Nuari, "Karakteristik Ekstrak Asbuton dengan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Peremaja Oli Bekas dan Karakteristik Penambahan Ekstrak Asbuton Emulsi pada Aspal Penetrasi 60/70 Sebagai Modifikasi Bitumen (Semarbut Aspal Tipe III)," *Matriks Tek. Sipil*, 2018, doi: 10.20961/mateksi.v6i2.36567.
- [3] C. G. Salmon, B. Hariandja, and C.-K. Wang, *Disain Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga, 1994.
- [4] P. A. Maha Agung, ST.,MT, "DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI DANGKAL TANAH EKSPANSIF PADAT MENGGUNAKAN TIRE-SOIL," *INOVTEK POLBENG*, 2019, doi: 10.35314/ip.v9i1.985.
- [5] SNI 03-2495-1991, "SNI 03-2495-1991 tentang Spesifikasi bahan tambahan untuk beton," *Yayasan LPMB Bandung*, 1991.
- [6] S. D. Hartantyo and R. Hepiyanto, "BAHAN TAMBAH SERAT ECENG GONDOK PADA LASTON TIPE XI TERHADAP INDEKS MARSHALL TEST MENGGUNAKAN KERIKIL MANTUP," *UKaRsT*, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i2.269.
- [7] D. Ika, K. Siregar, C. D. Mungok, and E. Samsurizal, "Studi Eksperimen Kuat Tekan Beton Non Agregat Kasar," *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [8] A. Tata and M. A. Sultan, "Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton," *SIPILsains*, 2016.

- [9] M. A. Franajaya, “Pengaruh Penambahan Sikacim Concrete Dan Kapur Pada Campuran Beton K-300,” Universitas Muhammadiyah Palembang, 2019.
- [10] Yayasan LPMB, “Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium.” LPMB Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Bandung, 1990.
- [11] N. A.M, *Properties of Concrete*. London: Pitman Books Limited, 1981.
- [12] Z. Darwis, Soelarso, and M. I. Ismail, “Perencanaan Beton Mutu Tinggi Dengan menggunakan Hr-Water Reducer Ligno P 100 Dan portland Composite Cement (PCC),” *J. Fondasi*, vol. 3, no. 1, pp. 90–96, 2014.