

Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Ukuran Agregat Kasar

Compressive of High Quality Concrete Strength With Coarse Aggregate Size Variation

Fatkhan Nasrullah Yanuar dan Fadilawaty Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak, Perkembangan teknologi di Indonesia khususnya dalam bidang konstruksi saat ini sedang mengalami peningkatan. Sejak dahulu, beton mutu tinggi telah dikenal di Indonesia dan digunakan dalam bidang konstruksi. Hal ini tidak lepas dari kebutuhan masyarakat terhadap infrastruktur yang begitu maju terbukti dengan didirikannya gedung-gedung bertingkat tinggi maupun jembatan yang menggunakan beton mutu tinggi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Benda uji keseluruhan pada penelitian ini menggunakan bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Pengujian kuat tekan beton menggunakan variasi agregat kasar dengan ukuran 8 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm dengan bahan tambah *superplasticizer*. Hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan beton mutu tinggi setelah dilakukan *curing* pada masing-masing variasi ukuran agregat kasar pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berturut-turut dengan variasi ukuran agregat 8 mm sebesar 42 MPa, 43,33 MPa, 46 MPa, untuk variasi ukuran agregat 9,5 mm sebesar 43 MPa, 42,7 MPa, 45,4 MPa dan untuk variasi ukuran agregat 12,5 mm sebesar 49 MPa, 45,7 MPa, 51,7 Mpa. Berdasarkan penelitian kuat tekan beton mutu tinggi dengan bahan tambah *superplasticizer viscocrete 1003* didapatkan variasi agregat kasar ukuran 12,5 mm adalah variasi ukuran dengan hasil lebih baik karena memiliki kuat tekan beton paling baik.

Kata kunci : variasi agregat, beton mutu tinggi, dan kuat tekan beton.

Abstrack, *The development of technology in Indonesia especially in the field of construction is currently increasing. High quality concrete has been known in Indonesia and used in the field of construction for a long time. This can not be separated from the society's need for infrastructure that is so advanced with the establishment of high-rise buildings and bridges that use high quality concrete. This research method using experimental method. Overall test specimens in this study using a cylindrical shape with a size of 15 cm x 30 cm. Testing of concrete compressive strength using rough aggregate variation with size 8 mm, 9,5 mm and 12,5 mm with superplasticizer added material. The result of the research shows that the value of compressive strength of high quality concrete after curing in each aggregate size variation at 7 days, 14 days and 28 days respectively with variation of 8 mm aggregate size is 42 MPa, 43,33 MPa , 46 MPa, for variation of 9.5 mm aggregate size which is 43 MPa, 42,7 MPa, 45,4 MPa and for variation of 12.5 mm aggregate size which is 49 MPa, 45,7 MPa, 51.7 Mpa. Based on the results of the research, it can be concluded that the rough aggregate variation of 12.5 mm size is the size variation with better result because it has the best compressive strength of concrete.*

Keywords: *aggregate variation, high quality concrete, and concrete compressive strength.*

1. Pendahuluan

Faktor-faktor yang mempengaruhi untuk mendapatkan beton mutu tinggi adalah gradasi agregat kasar. Variasi agregat dengan ukuran yang lebih kecil, maka pori-pori di dalam beton akan menjadi lebih kecil. Hal ini disebabkan rongga atau lubang yang terdapat di antara agregat kasar dapat diisi oleh butiran yang lebih kecil. Beton mutu tinggi menghasilkan porositas yang lebih rapat sehingga beton relatif lebih awet karena bakteri perusak beton dan air tidak dapat menembus. Oleh karena itu beton mutu tinggi sangat penting dalam perencanaan struktur bangunan.

Bahan tambah zat adiktif (*bestmittel*) pada beton mutu tinggi berbahan dasar *fly ash* mempengaruhi kuat tekan beton (Erviyanto dkk., 2016). Beton mutu tinggi dengan bahan tambah mempunyai *setting time* yang tepat dalam pencampurannya (Arman dkk., 2017). Bahan tambah *superplasticizer* memberikan kuat tekan yang baik pada beton mutu tinggi (Sudhiarta dkk., 2015). Kuat tekan beton mutu tinggi dapat dicapai dengan penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dengan kadar yang tepat, hasil dari kuat tekan yang mencapai lebih dari 40 MPa termasuk kuat tekan beton mutu tinggi, sedangkan kuat tekan dengan hasil mencapai lebih dari 80 MPa termasuk kuat tekan beton mutu sangat tinggi (Pujiyanto, 2011). Komposisi jumlah pemakaian semen dalam campuran beton menentukan kuat tekan beton (Asri dkk., 2014). Penggunaan semen untuk hasil yang bermutu sebaiknya jangan menggunakan semen *PCC (Portland Composit Cement)* (Amran, 2014). Perbandingan bahan campuran pada beton mutu tinggi dengan bahan tambah harus sesuai dengan campuran yang ditentukan (Pujiyanto, 2010). Nilai susut pada setiap campuran beton mutu tinggi dengan bahan tambah sangat berpengaruh pada hasil nilai kuat tekan beton (Kurniawandy dkk., 2011). Perbandingan campuran beton ditentukan dengan *mix design* untuk mencapai kualitas yang direncanakan (Gunawan dan Setiono, 2010). Agregat kasar merupakan bahan utama dalam pembentukan beton mutu tinggi (Husnah, 2016). Agregat yang digunakan harus dalam keadaan jenuh permukaan untuk mendapatkan kuat tekan yang baik (Yanuar, 2014).

2. Metode Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yang dilaksanakan pada bulan Maret 2018 sampai dengan Juli 2018.

b. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk campuran pada penelitian adalah sebagai berikut ini.

- 1) Agregat halus yang digunakan adalah pasir Merapi, Sleman, Yogyakarta yang diambil di Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 2) Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta yang diambil di Laboratorium Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- 3) Semen yang digunakan adalah semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*) merk Gresik.
- 4) Air bersih yang digunakan diambil dari di Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 5) Bahan tambah kimia (*superplasticizer*) yang digunakan adalah produk dari PT. SIKA INDONESIA.

c. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dari persiapan bahan sampai benda uji penelitian adalah sebagai berikut ini.

- 1) Saringan atau ayakan digunakan untuk mengayak agregat yang lolos dan tertahan
- 2) Timbangan digunakan untuk mengetahui berat dari bahan-bahan seperti agregat kasar dan halus, dan digunakan untuk mengetahui berat beton sebelum dan sesudah perendaman.

- 3) Oven digunakan untuk memanaskan agregat kasar dan agregat halus.
- 4) Gelas ukur digunakan untuk menakar volume air maupun bahan tambah *superplasticizer* dan digunakan juga pada pengujian kadar lumpur agregat halus.
- 5) Labu Erlenmeyer merk Piyek 1000 ml yang digunakan dalam pemeriksaan pengujian berat jenis.
- 6) Mixer digunakan untuk pencampuran beton.
- 7) Cetok digunakan untuk menuang adukan campuran beton kedalam cetakan.
- 8) Cetakan beton silinder ukuran 15 cm x 30 cm digunakan untuk mencetak benda uji.
- 9) Kerucut *abrams* digunakan untuk pengujian *slump*.
- 10) Mesin *Los Angeles* digunakan untuk menguji keausan agregat kasar.
- 11) Kaliper dan Misatar alat ini digunakan untuk mengukur tinggi *slump* dan mengukur dimensi benda uji silinder.
- 12) Penumbuk besi digunakan untuk menumbuk campuran beton yang telah dimasukkan pada benda uji.
- 13) Wadah digunakan untuk menaruh adonan beton dan tempat penyimpanan agregat kasar dan agregat halus yang akan diuji.
- 14) Mesin uji kuat tekan beton digunakan untuk menguji kuat tekan benda uji.

3. Tahap penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan cara percobaan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapat hasil mutu awal beton sangat tinggi yang ditentukan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan berasal dari Celereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Pengujian agregat kasar dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pengujian agregat kasar adalah sebagai berikut ini.

a. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pada penelitian ini hasil pengujian berat jenis agregat kasar yang didapat sebesar 2,66 dan penyerapan air sebesar 0,015%. Agregat kasar yang menggunakan lolos saringan maksimum 8 mm, 9,5 mm, 12,5 mm. Agregat kasar dapat dibedakan sesuai dengan berat jenisnya yaitu agregat ringan, agregat normal dan agregat berat. Agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya sekisar 2,5 – 2,7. Agregat berat adalah agregat yang berat jenisnya lenih dari 2,8. Berdasarkan hasil penelitian pengujian agregat kasar Celereng, Kulon Progo termasuk agregat normal dengan berat jenis sebesar 2,66.

b. Keausan (*Los Angeles*)

Pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian keausan agregat dengan variasi 3 agregat kasar 8 mm, 9,5 mm, 12,5 mm adalah 25,83%, 26,07% dan 25,17%. Nilai keausan agregat kasar tidak boleh lebih dari 40% apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles*.

c. Kadar Lumpur

Pada penelitian ini didapatkan hasil kadar lumpur agregat kasar dari Celereng sebesar 2,52%. Persyaratan kadar lumpur agregat kasar yaitu sebesar 1% sedangkan dari pengujian lebih besar dari persyaratan nilai tersebut, sehingga untuk mengurangi kadar lumpur agregat kasar perlu dicui terlebih dahulu sebelum digunakan.

d. Kadar Air

Pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian kadar air agregat kasar sebesar 1,5%.

e. Berat Satuan

Pada penelitian ini didapatkan hasil berat satuan agregat kasar 8 mm, 9,5 mm, 12,5 mm adalah 1,55, 1,343 dan 1,368. Berat satuan ini berfungsi mengindikasikan apakah agregat kasar tersebut berongga atau mampat. Semakin besar berat satuan yang didapat, maka semakin mampat agregat tersebut terhadap silinder. Untuk hasil kuat tekan beton sangat berpengaruh apabila agregatnya berongga. Berat satuan agregat normal adalah berkisar 1,5 – 1,8 gr/cm³. Berat satuan ini menggunakan agregat kasar keadaan kering dengan menggunakan silinder ukuran 15 x 30 cm. Hasil

pengujian berat satuan dapat dilihat pada lampiran. Adapun hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil			Satuan
		8 mm	9,5 mm	12,5 mm	
1	Berat Jenis	2,66	2,66	2,66	-
2	Keausan	25,83	26,07	25,17	%
3	Penyerapan air	0,015	0,015	0,015	%
4	Kadar air	1,5	1,5	1,5	%
5	Kadar Lumpur	2,52	2,52	2,52	%
6	Berat Satuan	1,55	1,343	1,368	gr/cm ³

4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

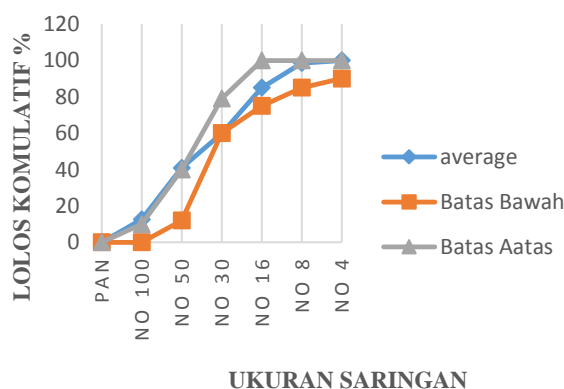
Pada penelitian ini agregat halus yang digunakan berasal dari pasir Merapi, Yogyakarta. Pengujian agregat halus dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian agregat halus adalah sebagai berikut ini.

a. Kadar air

Pada penelitian ini didapatkan hasil kadar air agregat halus sebesar 11,90%. Kadar air pasir Merapi pada pengujian ini cukup besar.

b. Gradasi Butiran

Pada penelitian ini didapatkan hasil gradasi butiran dengan nilai MHB (Modulus Halus Butiran) sebesar 3,02% yaitu termasuk daerah gradasi nomer 3 yang termasuk pasir agak kasar. Hasil pemeriksaan gradasi dapat dilihat pada Tabel 4.2



Gambar 4.1 Hubungan ukuran saringan dengan lolos komulatif saringan agregat halus

Tabel 4.2 Gradasi Kekasaran Pasir

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

c. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pada penelitian ini didapatkan hasil berat jenis agregat halus sebesar 2,53 dan penyerapan air sebesar 2,53 dan penyerapan air sebesar 7,92%. Agregat normal yang sesuai dengan berat jenis dan syaratnya adalah berkisar antara 2,5 – 2,7. Agregat halus menggunakan ukuran saringan no 4 (4,75 mm).

d. Berat Satuan

Pada penelitian ini didapatkan hasil berat satuan agregat halus sebesar 1,75. Berat satuan bertujuan untuk mengindikasikan agregat halus berongga atau mampat. Semakin besar berat satuan yang didapat, maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton maupun proses pengerjaan beton dalam jumlah yang besar. Apabila beton berongga maka kuat tekan beton nantinya akan cenderung turun. Berat satuan normal yaitu berkisar 1,5 – 1,8.

e. Kadar Lumpur

Pada penelitian ini didapatkan hasil kadar lumpur sebesar 5%. Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F (BSN, 1989), persyaratan nilai kadar lumpur agregat halus yaitu < 5%. Klasifikasi kadar lumpur adalah 0% - 3% termasuk agregat halus bersih, 3% - 5% termasuk agregat halus sedang, 5% - 7% termasuk agregat halus kotor. Hasil pengujian termasuk agregat kadar lumpur sedang dengan nilai 5%. Hasil perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada lampiran. Adapun hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus (Merapi)

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Kadar air	11,90	%
2	Gradasi Butiran	3	-
3	Modulus Halus Butir	3,02	-
4	Berat Jenis	2,53	-
5	Penyerapan Air	3,73	%
6	Berat Satuan	1,75	gr/cm ³
7	Kadar Lumpur	5	%

4.3 Hasil Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Berdasarkan perancangan tata cara dan campuran beton mengacu pada ACI 211. 4R – 93. Perancangan campuran beton sendiri bertujuan untuk mengetahui komposisi dan proporsi bahan - bahan penyusun beton. Secara teknis campuran dan proporsi beton di tentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Komposisi campuran beton dengan menggunakan *mix design* dilakukan agar beton mampu memenuhi syarat teknis secara ekonomis dan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Adapun hasil dari *design* yang kami lakukam dalam pembuatan benda uji beton dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 m³

Volume/ Berat	Variasi Agregat Kasar			Satuan
	8 mm	9,5 mm	12,5 mm	
Air	240	220	195,06	Kg
Semen	919,61	875,44	806,02	Kg
Kerikil	889,2	975,1	1113,84	Kg
Pasir	261,25	274	283,08	Kg
<i>Superplasticizer</i> 0,8%	7,36	7	6,45	Kg

Tabel 4.5 Kebutuhan bahan penyusun untuk silinder 30 x 15 cm

Volume/ Berat	Variasi Agregat Kasar			Satuan
	8 mm	9,5 mm	12,5 mm	
Air	1,46	1,335	1,18	Kg
Semen	5,56	5,3	4,88	Kg
Kerikil	5,38	5,9	6,74	Kg
Pasir	1,58	1,66	1,71	Kg
<i>Superplasticizer</i> 0,8%	0,0445	0,0424	0,039	Kg

4.4 Hasil Pengujian *Slump*

Berdasarkan pengujian dilakukan setelah pencampuran bahan – bahan maupun campuran beton. Menurut SNI 1972 – 2008 (BSN, 2008), pengujian *slump* bertujuan memantau *workability* dan *homogonitas* adukan beton segar dengan kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan nilai *slump*. Semakin tinggi nilai *slump*, maka semakin mudah proses pengadukan, penuangan, dan pemadatan. Sebaliknya, apabila semakin rendah nilai *slump*, maka akan nilai *workability* akan rendah. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

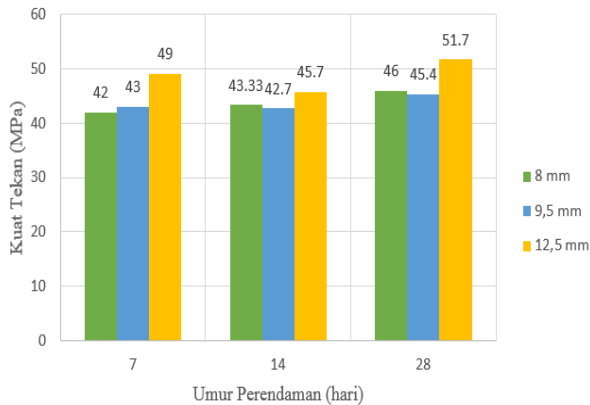
Tabel 4.6 Hasil pengujian nilai *slump*

No	Ukuran Agregat Kasar (mm)	Umur Beton (hari)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1		7	5
2	8	14	21
3		28	6,5
Rata-rata			6,5
1		7	11
2	9,5	14	20,5
3		28	18
Rata-rata			18
1		7	4,5
2	12,5	14	12
3		28	17
Rata-rata			17

4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pada pengujian ini, kuat tekan dilakukan dengan penambahan *superplasticizer* 0,8% pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton ukuran 8 mm, 9,5 mm, 12,5 mm dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil pengujian kuat tekan beton



Berdasarkan gambar 4.3 didapatkan hasil kuat tekan beton mutu tinggi dengan variasi ukuran agregat 12,5 mm dengan bahan tambah *superplasticizer* pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari lebih kuat diantara variasi agregat lainnya. Hal ini memungkinkan variasi ukuran agregat 12,5 mm lebih kuat dibandingkan dengan variasi ukuran agregat 8 mm dan 9,5 mm yang didapatkan dari hasil pengujian keausan agregat kasar. Hal ini disebabkan beton variasi ukuran 12,5 mm lebih rapat dan lebih homogen dibandingkan dengan variasi 8 mm dan 9,5 mm.

5. Kesimpulan dan Saran

Adapun hasil penelitian pengujian kuat tekan beton mutu tinggi dengan menggunakan variasi ukuran agregat kasar 8 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm antara lain sebagai berikut ini.

- Nilai kuat tekan beton mutu tinggi setelah dilakukan *curing* pada masing-masing variasi ukuran agregat kasar pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berturut-turut dengan variasi ukuran agregat 8 mm sebesar 42 MPa, 43,33 MPa, 46 MPa, 45,4 MPa, untuk variasi ukuran agregat 9,5 mm sebesar 43 MPa, 42,7 MPa, 45,4 MPa dan untuk variasi ukuran agregat 12,5 mm sebesar 49 MPa, 45,7 MPa, 51,7 Mpa.
- Berdasarkan hasil penelitian kuat tekan beton mutu tinggi pada variasi ukuran agregat kasar (8 mm, 9,5 mm dan 12,5 mm) dengan menggunakan bahan tambah *superplasticizer merk* viscocrete 1003 didapatkan hasil bahwa ukuran agregat 12,5 mm adalah ukuran yang lebih baik karena memiliki kuat tekan beton lebih tinggi.

Adapun saran yang terkait dengan penelitian agar penelitian selanjutnya sesuai dengan yang diharapkan sebagai berikut ini.

- Penelitian selanjutnya diharapkan mampu menggunakan *superplasticizer* dengan kadar sesuai spesifikasi lebih lanjut.
- Penggunaan bahan maupun material yang lebih baik agar hasil mutu beton yang direncanakan dapat tercapai.
- Pencampuran beton dilakukan secara homogen dan presisi supaya sampel tidak ada yang rusak.
- Perlu dilakukan variasi tambahan bahan agar data yang diperoleh lebih baik.
- Penggunaan vibrator pada saat proses penuangan campuran agar beton tidak berongga saat di lapangan.
- Penelitian selanjutnya dengan bahan tambah *superplasticizer* diharapkan dilakukan minimal 6 orang agar hasil optimal untuk mencapai beton dengan kualitas yang baik.

6. Penutup

Terima kasih kepada Laboratorium Struktur dan Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta karena telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

7. Daftar Pustaka

- ACI, 1998, 211. 4R-93 : *Guide for Selecting Proportions for High Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*, American Concrete Institute, USA.
- Amran, Y., 2014. Pengaruh Penggunaan *Silica Fume* dan *Sikament-nn* pada Campuran Beton Mutu Tinggi Mengacu pada Metode *American Concrete Institute (ACI)*. *Jurnal Ilmiah Tapak*, 3(2), 127-136.
- Arman, A., Sonata, H., dan Ananda, K., 2017. Studi Eksperimental *Setting Time* Beton Mutu Tinggi Menggunakan Zat Adiktif *Fosroc SP 337* dan *Fosroc Conplast R*. *Jurnal Momentum*, 19(2), 57-61.
- Asri, R., dan Nisumantri, S., 2014. Kuat tekan Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan *Conplast Sp 337*. *Jurnal Tekno Global*, 3(1), 14-20.

- BSN, 1989, SNI 2-04-1989-F : *Spesifikasi bahan bangunan bagian A*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI-1972-2008 : *Cara uji slump*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Ervianto, M., Saleh, F., dan Prayuda, H., 2016. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (*Fly Ash*) dan Zat Adiktif (*Bestmittel*). *Jurnal Ilmiah Sinergi*, 20(3), 199-206.
- Gunawan, P., dan Setiono., 2010. Program *Mix Design* Untuk Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 10(1), 42-48.
- Husnah., 2016. Analisa Perencanaan Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*) dengan Semen Holcim. *Jurnal Rab Construction Research*, 1(2), 134-144.
- Kurniawandy, A., Djauhari, Z., dan Napitu, E., 2011. Pengaruh Abu terbang terhadap Karakteristik Mekanik Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknobiologi*, 2(1), 55-59.
- Pujianto, A., 2010. Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah *Superplasticizer* dan *Fly Ash*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 13(2), 171-180.
- Pujianto, A., 2011. Beton Mutu Tinggi dengan *Admixture Superplasticizer* dan Adiktif *Silicafume*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 14(2), 177-185.
- Sudhiarta, T., Salain, M., dan Sutarja, N., 2015. Perilaku Mekanis Beton Mutu Tinggi dengan Variasi Penggunaan *Superplasticizer*. *Jurnal Spektran*, 3(2), 90-95.
- Yanuar, K., 2014. Variasi Pemakaian Pasir Terhadap Kuat tekan Beton Mutu Tinggi f'c 35. *Jurnal Poros Teknik*, 6(1), 1-54.

