

PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK LIMBAH ASBES, SILICA FUME DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP BERAT SEMEN PADA BETON MEMADAT SENDIRI

Novi Rahmayanti¹, Julang Angkoso²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Email: novi.rahmayanti@uii.ac.id

²Mahasiswa Prodi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Email: julangangkoso619@gmail.com

ABSTRACT

Self-Compacting concrete is a concrete mixture that can compact itself without using a compactor or vibrating machine. This research used asbestos powder, silica fume and superplasticizer as additives in cement. Based on previous research, silica fume and superplasticizer can increase the strength of concrete, However, asbestos is a waste that cannot be recycled into the same object. Therefore, this study looked at asbestos waste as a concrete additive. The percentage variations of powdered asbestos waste are 0%, 5%, 10% and 15% with 3% silica fume and 0,9% of Superplasticizer Viscocrete 3115N. This research used cylinder with 15 cm of diameter and 30 cm of height for compressive and split tensile strength then also beam dimension 10x10x40 cm for flexural testing. calculation of material requirements based on a combination of regulations SNI 03-2834-2000 and EFNARC 2002. The optimum value for testing the compressive strength, tensile strength and flexural strength of concrete is the addition asbestos powder by 5%.

Keywords: self-compacting concrete, asbestos powder, silica fume, superplasticizer

PENDAHULUAN

Beton merupakan elemen struktur bangunan yang terbuat dari campuran antara kerikil, pasir, air, semen, serta dengan atau tanpa bahan tambah dengan perbandingan berat tertentu (Ilham, 2018). Adapun kelebihan beton adalah mampu menahan gaya tekan, harganya relatif murah, memiliki kekuatan yang baik, bahan baku penyusun mudah didapat, tahan lama, tahan terhadap api dan tidak mengalami pembusukan.

Beton memadat mandiri (*self-compacting concrete*, SCC) adalah beton yang mampu mengalir sendiri yang dapat dicetak pada bekisting dengan tingkat penggunaan alat pemadat yang sangat sedikit atau bahkan tanpa dipadatkan sama sekali. Beton jenis ini baik digunakan agar dapat menghasilkan struktur dengan kualitas yang baik (Dehn dkk,

2000) dan (Okamura dan Ouchi, 2003). Beton SCC memanfaatkan pengaturan ukuran agregat, porsi agregat dan bahan tambah *admixture superplastizer* untuk mendapatkan kekentalan khusus yang memungkinkan adonan mengalir sendiri mengisi semua ruang mengikuti prinsip grafitasi tanpa alat pemadat, termasuk pada pengecoran beton dengan tulangan pembesian yang sangat rapat dengan memanfaatkan beratnya sendiri (Rusyandi dkk, 2012). Penambahan *superplasticizer* Viscocrete 3115N optimum untuk beton SCC adalah 0,9 % dari berat semen dengan perbandingan agregat halus dengan agregat kasar sebesar 51 % dan 49 % (Ikbal, 2017).

Beton memadat sendiri yang mampu memiliki daya alir baik dengan kuat tekan tinggi bisa didapatkan dengan memberikan

bahan tambah mineral, misalnya *silica fume*. *Silica fume* adalah material pozzolan yang halus dengan diameter 1/100 dari diameter semen dan berbentuk bulat. Persentase silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy ferro silicon. Berdasarkan penelitian sebelumnya penggunaan *silica fume* optimum pada presentase 3% dengan menggunakan bahan tambah *superplasticizer* 3115N 0,9% *superplasticizer* serta perbandingan agregat halus dengan agregat kasar sebesar 51 % dan 49 % (Nugraha, 2017).

Asbes (asbestos) merupakan mineral mineral berbentuk serat halus yang terjadi secara alamiah. Sesuai definisi yang diberikan oleh Occupational Safety and Health Administration (OSHA) yang dikutip oleh Triwasono (2017), ada enam jenis mineral yang dikategorikan sebagai asbes, yaitu: chrysotile, riebeckile, grunerite, actinolite, anthrophyllite, dan thermolite. Dilihat dari ilmu kimia, asbes adalah suatu zat terdiri dari magnesium-calsium-silikat terbangun serat dengan fisiknya yang sangat kuat.

Tidak seperti plastik yang bisa dihancurkan dan digunakan kembali dalam bentuk biji plastik, asbes tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat dimanfaatkan kembali dalam bentuk apapun. Oleh karena itu asbes masuk ke dalam limbah kategori B3 (Bahan Beracun Berbahaya) yang berbahaya bagi lingkungan dan manusia (Cahyono dan Rohman, 2013).

Proses pencemaran limbah B3 dapat berdampak meracuni sehingga mengganggu kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan atau mengganggu keseimbangan ekologis ketika beberapa zat kimia bereaksi dengan air, udara maupun tanah (Ginting, 2007).

Banyak proyek konstruksi yang proses kerjanya menghasilkan banyak serbuk limbah asbes, begitu pula pabrik asbes setiap harinya menghasilkan limbah yang begitu banyak. Diperlukan upaya pengolahan limbah agar dapat dimanfaatkan kembali, seperti pemanfaatan serbuk limbah asbes sebagai bahan campuran pembuatan beton. Serbuk

limbah asbes sendiri memiliki sifat berserat yang mengikat sehingga dirasa tepat sebagai campuran pembuatan beton SCC, sehingga dapat mengurangi limbah yang berbahaya bagi lingkungan.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Komposisi Campuran

Mutu beton penelitian ini direncanakan sebesar K-400 atau setara dengan 33,2 MPa yang menggunakan pasir progo dan kerikil celereang dengan ukuran maksimum 20 mm serta semen Gresik type 1 sebagai bahan susun betonnya. Untuk semua sampel uji penelitian ini menggunakan bahan tambah *silica fume* dari PT. Sika Indonesia dengan persentase 3% terhadap berat semen serta *superplasticizer* Viscocrete 3115N sebesar 0,9% terhadap berat semen. Adapun serbuk limbah asbes yang digunakan berasal dari PT. Setiaji Mandiri dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat semen.

Benda Uji dan Kebutuhan Material

Berdasarkan Tabel 1 pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dilakukan saat beton berumur 28 hari. Pengujian-pengujian tersebut menggunakan sampel silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 5 silinder untuk masing-masing umur untuk pengujian kuat tekan dan 3 silinder untuk pengujian kuat tarik belah. Adapun pengujian kuat lentur satu titik pembebanan dilakukan pada balok berdimensi 10 x10 x 40 cm sebanyak 3 buah ditiap variasi serbuk limbah asbes. Perhitungan kebutuhan material pada penelitian ini menggunakan kombinasi dari SNI 03-2834-2000 dan EFNARC 2002. Hal ini dikarenakan di Indonesia belum ada peraturan khusus untuk perencanaan beton yang memadat sendiri. Adapun detail kebutuhan material dapat dilihat pada Tabel 2 dengan perbandingan agregat halus dengan agregat kasar sebesar 51 % dan 49 %. EFNARC 2002 mensyaratkan bahwa kadar air maksimum ialah 200 kg/m³, jumlah semen sekitar 400 – 600 kg/m³. Volume agregat

halus harus lebih dari 40 % volume mortar dan volume agregat kasar harus berada diangka 28% - 35% dari volume total bahan susun beton.

Tabel 1. Benda Uji

Penguujian	Jumlah Sampel Uji Berdasarkan Bahan Tambah			
	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₀	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₅	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₁₀	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₁₅
Kuat Tekan	5	5	5	5
Kuat Tarik Belah	3	3	3	3
Kuat Letur	3	3	3	3

Keterangan:

Sp_{0,9}Sf₃La₀ = Benda uji dengan bahan tambah *Superplasticizer* 0,9%, Silica fume 3% dan Serbuk limbah asbes 0%

Sp_{0,9}Sf₃La₅ = Benda uji dengan bahan tambah *Superplasticizer* 0,9%, Silica fume 3% dan Serbuk limbah asbes 5%

Sp_{0,9}Sf₃La₁₀ = Benda uji dengan bahan tambah *Superplasticizer* 0,9%, Silica fume 3% dan Serbuk limbah asbes 10%

Sp_{0,9}Sf₃La₁₅ = Benda uji dengan bahan tambah *Superplasticizer* 0,9%, Silica fume 3% dan Serbuk limbah asbes 15%

Tabel 2. Kebutuhan Material Bahan Susun Beton Memadat Sendiri per 1 m³

Material	Kebutuhan Materian Per 1m ³ (kg)			
	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₀	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₅	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₁₀	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₁₅
Semen	447,06	447,06	447,06	447,06
Air	190	190	190	190
Agregat halus	868,50	868,50	868,50	868,50
Agregat kasar	834,441	834,441	834,441	834,441
<i>Sika fume</i>	13,412	13,412	13,412	13,412
<i>Viscocrete 3115N</i>	4,026	4,026	4,026	4,026
Serbuk limbah asbes	0	22,35	44,71	67,06

Pembuatan, Pemeliharaan dan Pengujian

Sebelum benda uji dicetak kedalam silinder maupun balok dilakukan pengujian *sifat* beton segar dari beton yang memadat sendiri seperti *slump flow test*, *T500 slump flow*, *V-funnel*, dan *L-box* dengan kriteria berdasarkan EFNARC (2005).

Slump flow test dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton untuk mengalir dan mengisi seluruh cetakan dengan berat sendirinya (*filling ability*). Nilai *Slump flow* dibagi menjadi 3 kategori yaitu SF₁ (nilai *slump flow* 550-650 mm), SF₂ (nilai *slump flow* 660-750 mm), SF₃ (nilai *slump flow* 760-850 mm). SF₁ umumnya dapat diaplikasikan struktur dengan penulangan yang tidak rapat

seperti plat lantai, pengecoran dengan sistem injeksi pompa (misalnya lapisan terowongan), maupun untuk struktur yang berhubungan dengan tanah seperti fondasi. SF₂ dapat diaplikasikan untuk semua struktur balok, kolom, sedangkan SF₃ umumnya digunakan untuk struktur vertical dengan tulangan yang rapat dan harus menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 16 mm (EFNARC, 2005)

T500 slump flow test dilakukan untuk mengetahui kekentalan dan kecepatan aliran beton segar (viskositas). Beton yang memiliki nilai viskositas tinggi akan mengalir untuk waktu yang cukup lama, begitu pula sebaliknya apabila nilai viskositas rendah maka beton akan memiliki laju aliran yang

cepat pada awalnya dan kemudian berhenti (EFNARC, 2005).

V funnel test (V_f) dilakukan untuk mengetahui homogenitas campuran beton SCC (*segregation resistance*). Nilai V_f dibagi menjadi dua kategori yaitu V_{f1} (nilai $V_f \leq 8$ detik) dan V_{f2} (nilai $V_f = 9-25$ detik).

L-box test dilakukan untuk mengetahui kemampuan dan homogenitas beton SCC saat mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan (*passing ability*) dengan nilai ratio sekitar 0,8 -1,0.

Setelah dilakukan pengujian sifat beton segar memadat sendiri, benda uji dicetak sesuai spesifikasi pada Tabel 1, setelah itu, cetakan dibuka 24 jam setelah proses pengecoran dan dilakukan perendaman untuk proses perawatannya sesuai dengan umur beton yang direncanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *slump flow test*, T50 *slump flow*, *V-funnel*, dan L-box dilakukan sebelum beton dicetak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat beton segar memadat sendiri (scc) seperti yang terlihat pada Tabel 3. Benda uji dengan *superplasticizer* sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta serbuk limbah asbes sebesar 10% dan 15% nilai *slump flow* betonnya

termasuk kedalam kelas SF₁, sedangkan campuran beton dengan variasi *superplasticizer* sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta penambahan serbuk limbah asbes 0% dan 5%, masuk ke dalam kelas SF₂. Nilai *slump flow* yang tinggi menunjukkan bahwa beton tersebut mampu lebih baik untuk mengalirkan beton dari pada *slump flow* yang bernilai rendah, dengan demikian maka semakin tinggi nilai *slump flow* maka semakin kecil waktu yang dibutuhkan untuk pengujian T500. Berarti penambahan serbuk limbah asbes kedalam beton SCC akan mengurangi kemampuan beton dalam memadat sendiri.

Beton tanpa campuran serbuk limbah asbes menghasilkan nilai *V funnel* yang termasuk kedalam kelas VF₁, sedangkan beton dengan campuran *superplasticizer* sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta penambahan serbuk limbah asbes sebesar 5%, 10% dan 15 % termasuk kedalam kelas VF₂. Dengan demikian, beton SCC dengan campuran serbuk limbah asbes meningkatkan waktu alir pada pengujian V funnel. Hal ini dikarenakan beton lebih kental serta tingginya gesekan antar partikel susun beton (Purwowidiatmoko, 2017).

Tabel 3. Hasil Pengujian Sifat Beton Segar Memadat Sendiri

Pengujian		Hasil Pengujian			
		Sp _{0,9} Sf ₃ La ₀	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₅	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₁₀	Sp _{0,9} Sf ₃ La ₁₅
T500 (detik)		2,4	3,2	3,8	4,5
<i>Slump flow</i> (mm)		670	655	650	625
V-Funnel (detik)		7,6	8,2	9,4	9,8
Lbox	H1(mm)	98	102	110	117
	H2(mm)	95	93	90	88
	H2/H1	0,97	0,91	0,81	0,75

Pada pengujian *passing ability* dengan L-box, beton dengan campuran

superplasticizer sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta serbuk limbah asbes 15%

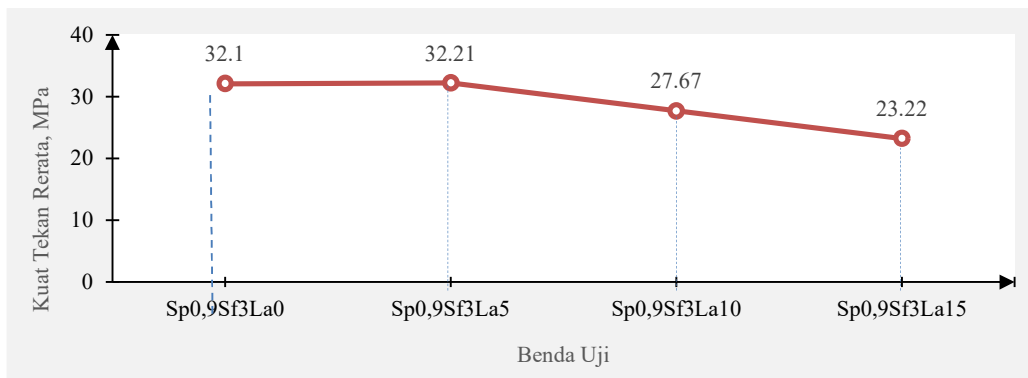
tidak memenuhi syarat pengujian karena nilainya $< 0,8$. Hal ini menunjukkan beton tidak dapat digunakan sebagai beton yang memadat sendiri, karena tidak mengalirkan melalui celah-celah besi yang ada di alat L-Box.

Kuat tekan beton memadat sendiri seperti yang terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 1 meningkat saat beton dengan

campuran *superplasticizer* sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta penambahan serbuk limbah asbes sebesar 5%, namun kuat tekan beton tersebut hanya meningkat sebesar 0,34% dari beton tanpa penambahan serbuk limbah asbes. Nilai kuat tekan akan semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya penambahan serbuk limbah asbes kedalam beton.

Tabel 4. Hasil pengujian Kuat Tekan Beton

SILINDER KE-	HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON (MPA)			
	SP _{0,9} SF ₃ LA ₀	SP _{0,9} SF ₃ LA ₅	SP _{0,9} SF ₃ LA ₁₀	SP _{0,9} SF ₃ LA ₁₅
1	26,45	31,27	29,71	27,55
2	36,44	32,82	27,15	24,33
3	32,23	35,84	27,34	17,15
4	35,50	31,54	31,53	21,73
5	29,87	29,59	22,60	25,33
RERATA (MPA)	32,1	32,21	27,67	23,22



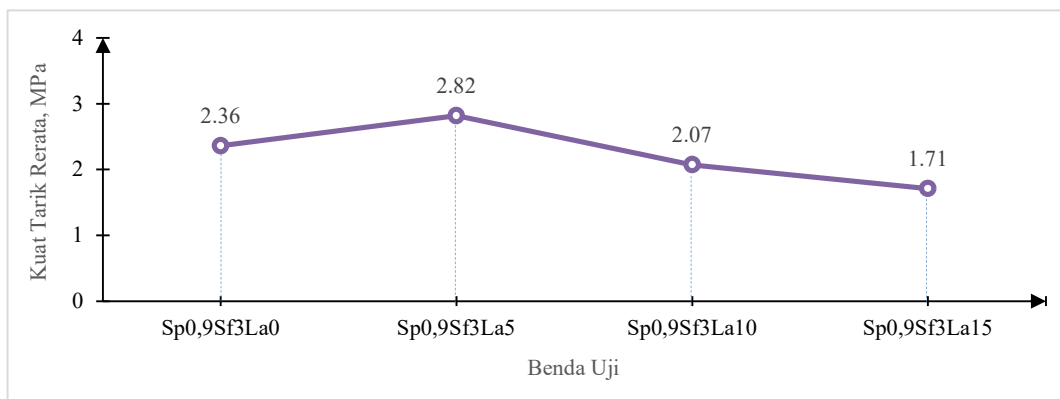
Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Rerata Beton

Kuat Tarik belah beton memadat sendiri seperti yang terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 2 optimum saat beton dengan campuran *superplasticizer* sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta penambahan serbuk limbah asbes sebesar 5%. Nilai kuat tariknya meningkat sebesar 19,49% dari beton tanpa

penambahan serbuk limbah asbes. Setelah penambahan serbuk limbah asbes sebesar 5%, nilai kuat Tarik belah akan semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya penambahan serbuk limbah asbes kedalam beton.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

SILINDER KE-	HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (MPA)			
	SP _{0,9} SF ₃ LA ₀	SP _{0,9} SF ₃ LA ₅	SP _{0,9} SF ₃ LA ₁₀	SP _{0,9} SF ₃ LA ₁₅
1	2,86	3,48	1,70	1,92
2	1,61	2,34	2,41	1,68
3	2,61	2,64	2,1	1,52
RERATA (MPA)	2,36	2,82	2,07	1,71



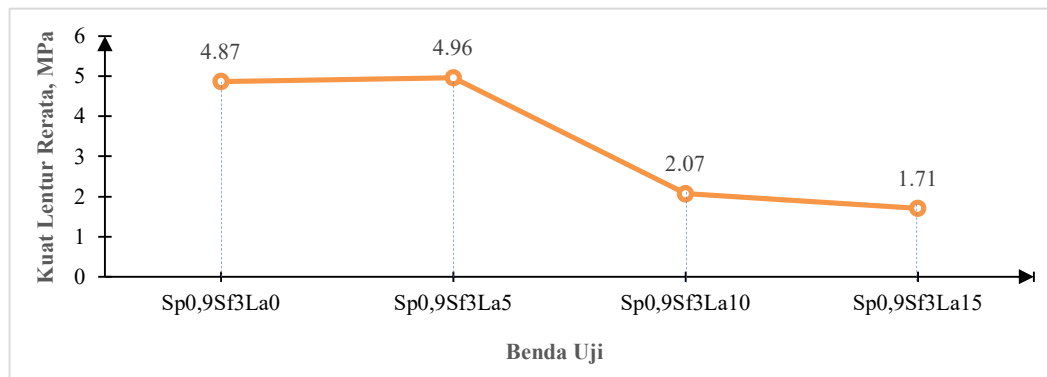
Gambar 2. Grafik Pengujian Kuat Tarik Belah Rerata Beton

Kuat lentur beton memadat sendiri seperti yang terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 3 optimum saat beton dengan campuran *superplasticizer* sebesar 0,9 %, sika fume 3% serta penambahan serbuk limbah asbes sebesar 5%. Nilai kuat lenturnya meningkat sebesar 1,84 % dari beton tanpa penambahan serbuk limbah asbes. Setelah penambahan serbuk limbah asbes sebesar 5%, nilai kuat lentur akan semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya penambahan serbuk limbah asbes kedalam beton.

Secara keseluruhan penambahan serbuk limbah asbes akan menurunkan kekuatan beton. Hal ini dikarenakan penambahan serbuk limbah asbes pada campuran beton dengan *superplasticizer* sebesar 0,9 % dan sika fume 3% membuat beton lebih kental, tidak mudah mengalir dengan sendirinya dan menurunkan homogenitas beton seiring dengan meningkatnya presentase serbuk limbah asbes.

Tabel 6. Hasil pengujian Kuat Lentur Beton

SILINDER KE-	HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON (MPA)			
	SP _{0,9} SF ₃ LA ₀	SP _{0,9} SF ₃ LA ₅	SP _{0,9} SF ₃ LA ₁₀	SP _{0,9} SF ₃ LA ₁₅
1	4,83	5,16	4,3	4,23
2	4,91	5,12	4,06	3,84
3	4,89	4,6	3,97	3,94
RERATA (MPA)	4,87	4,96	4,12	4,01



Gambar 3. Grafik Kuat Lentur Rerata

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan serbuk limbah asbes pada beton dengan *superplasticizer* 0,9% dan silica fume 3% akan menurunkan homogenitas serta kemampuan beton untuk memadat sendiri.
2. Persentase optimum penambahan serbuk asbes ada pada persentase 5% untuk kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur, namun peningkatan yang terjadi tidak signifikan.

REFERENCES

- Cahyono, D.S., Rohman, R.K., 2013, Pemanfaatan Serbuk limbah asbes untuk Pembuatan Batako, *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, M 123-128, Oktober, 2013.
- Dehn, F., Holschemacher, K., Weiße, D., 2000, Self-Compacting Concrete (SCC) Time Development of the Material Properties and the Bond Behaviour, *LACER*, p. 115-124, Number 5.
- EFNARC, 2002, Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete, February 2002, United Kingdom
- EFNARC, 2005. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification, Production and Use. European Project Group
- Ginting, P. 2007. Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri. Bandung: Yrama Widya.
- Ikbal, M. 2017. Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* Viscocrete 3115N Terhadap Kuat Tekan Optimum Self

- Compacting Concrete. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Ilham, A.M., 2018, Kapasitas Lentur dan Geser Balok Beton Bertulang dengan Menggunakan SCC, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Nugraha, B. A., 2017. Pengaruh Penambahan Sika Fume Terhadap Kuat Tekan Self Compacting Concrete yang Menggunakan *Superplasticizer* Viscocrete 3115N, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Purwowidiatmoko, A. M., 2017. Perancangan Flow Mortar Untuk Pembuatan Self Compacting Concrete (Scc) Dengan Fas 0,3. Naskah Publikasi Tesis, Program Studi Magister Teknik Sarana Prasarana dan Bahan Bangunan, Universitas Gadjah Mada,
- Rusyandi, K., Mukodas, J., Gunawan, Y., 2012, Perancangan Beton Self Compacting Concrete (beton Memadat Sendiri) dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro, *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*, Volume 1:1-11, 2012, Nomor 1.
- SNI 03-2834, 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, BSN. Badan Standarisasi Nasional. (2019). “SNI 1726 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Badan Standarisasi Nasional (BSN). Jakarta
- Triswasono, L., 2017, Pengaruh Pemanfaat Serbuk limbah asbes sebagai Bahan Tambahan Campuran Beton terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton, *Rekayasa Teknik Sipil*, Volume 2:98-103.