

PERBANDINGAN KUAT TARIK LANGSUNG DENGAN KUAT TARIK BELAH PADA BETON HVFA-SCC 50%, 60%, dan 70% TERHADAP BETON NORMAL

Agus Setiya Budi¹⁾, Purwanto²⁾, Ardha Teo Istanto³⁾

^{1),2)} Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta

³⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jl. Ir. Sutami 36 A, Kentingan Surakarta 57126; Telp 0271-634524

Email: ardhatteo99@student.uns.ac.id

Abstract

The construction industry in Indonesia has grown rapidly in the last decade. Various concrete material innovations are carried out with sustainable and environmentally friendly principles. One of the environmentally friendly concrete innovations carried out is to use fly ash as a cement substitute. Self Compacting Concrete (SCC) is concrete which can able to flow through complex reinforcement and fill the room without the help of a vibrator. This study examines direct tensile strength, split tensile strength, and compressive strength in HVFA-SCC concrete compared to normal concrete. The direct tensile strength test used a $10 \times 10 \times 25$ cm beam specimen while the split tensile and compressive strength test specimens were cylindrical with 15 cm in diameter and 30 cm in height. The results of this study conclude that in normal concrete, the value of split tensile strength is greater than direct tensile strength, while in HVFA SCC concrete the value of split tensile strength is smaller than direct tensile strength.

Keywords: Direct Tensile Strength, Fly Ash, HVFA – SCC, Split Tensile Strength

Abstrak

Dunia konstruksi terus berkembang semakin pesat, berbagai inovasi material beton dilakukan dengan prinsip berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu inovasi beton ramah lingkungan yang dilakukan adalah menggunakan material *fly ash* sebagai pengganti semen. Beton memadat mandiri (SCC) merupakan beton yang dapat mengalir sendiri melewati celah besi tulangan yang rapat dan memenuhi ruangan tanpa memerlukan bantuan *vibrator*. Penelitian ini mengkaji bagaimana perbandingan besarnya nilai kuat tarik langsung, kuat tarik belah, dan kuat tekan pada beton HVFA-SCC dibandingkan dengan beton normal. Pengujian kuat tarik langsung menggunakan benda uji balok $10 \times 10 \times 25$ cm sedangkan pada pengujian kuat tarik belah dan kuat tekan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pada beton normal, nilai kuat tarik belah lebih besar dibandingkan kuat tarik langsung, sedangkan pada beton HVFA-SCC nilai kuat tarik belah lebih kecil dibandingkan dengan kuat tarik langsung.

Kata kunci: Fly Ash, HVFA -SCC, Kuat Tarik Langsung, Kuat Tarik Belah

PENDAHULUAN

Perkembangan dalam dunia konstruksi sangat cepat, dalam 10 tahun terakhir pembangunan infrastruktur berupa gedung, jalan, jembatan, dan sarana publik lainnya gencar dilakukan untuk memenuhi kebutuhan, khususnya di Indonesia. Proses pembangunan infrastruktur memberikan dampak pada kondisi lingkungan global. Permasalahan inilah yang mendasari perlu dilakukan inovasi pada beton dengan mengedepankan prinsip berkelanjutan dan ramah lingkungan. Hal ini sesuai dengan konsep *Sustainable Development Goal's* nomor 9 dan 13 mengenai industri, inovasi, infrastruktur, dan penanganan perubahan iklim dengan tujuan membangun infrastruktur yang kuat, berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dikutip dari SDGs, *Sustainable Development Goal's* merupakan aksi global yang disepakati para pemimpin dunia guna mengakhiri kemiskinan, mengurangi kesenjangan, dan melindungi lingkungan yang akan dicapai pada 2030. Salah satu solusi alternatif dalam menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan *fly ash* sebagai substitusi material semen pada beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*). Sehingga gagasan inovasi yang dapat diaplikasikan dengan mengkombinasikan penggunaan beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*) dengan mengganti material semen menggunakan *fly ash*. Material ini biasa disebut *High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete* (HVFA – SCC).

Menurut (Kosakay, 2017) beton mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, namun kekuatan tariknya rendah karena permukaan beton penuh dengan retakan-retakan halus, retakan pada beton ini tidak terlalu

berdampak jika beton diberi beban tekanan, karena membuat retak-retak pada beton menutup sehingga terjadi penyaluran tekanan. Untuk itu dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh pemanfaatan *fly ash* dengan kadar 50 %, 60 %, dan 70% sebagai pengganti *binder* dari campuran beton memadat sendiri (*Self Compacting Concrete*). Selanjutnya pada material tersebut dilakukan uji kuat tarik langsung dan kuat tarik belah saat berumur 28 hari dan dibandingkan dengan beton normal.

DASAR TEORI

Beton

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) yang terdiri dari beberapa material yaitu air, kerikil, pasir, semen dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Kualitas beton tergantung dari mutu material pembentuknya, karena beton merupakan material komposit (Tjokrodinuljo, 1996). Modifikasi pada campuran beton dilakukan untuk meningkatkan kualitas beton dari segi *workability*, *durability*, dan juga mendapatkan beton yang lebih ramah lingkungan.

Self-Compacting Concrete (SCC)

SCC merupakan sebuah inovasi pada beton yang dapat mempercepat proses pekerjaan pengecoran karena mampu mengalir lebih cepat dengan beratnya sendiri untuk memenuhi bekisting (cetakan) secara utuh, dan mencapai kepadatan sempurna tanpa memerlukan bantuan. Proses pembuatan beton *SCC* memerlukan penambahan zat aditif berupa *superplasticizer* untuk mereduksi air dan meningkatkan *flowability*. Selain itu, ukuran agregat kasar yang digunakan lebih kecil dari ukuran agregat yang digunakan pada pembuatan beton konvensional, sehingga mampu mengalir dengan sendirinya melewati tulangan yang rapat dan mengurangi segregasi serta meningkatkan sifat kohesif campuran. Berdasarkan EFNARC *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete* (2005), metode pengujian yang digunakan untuk mengetahui sifat *SCC* yaitu melalui *Slump Flow Test*, *L-Shape Box Test*, *V-Funnel Test*

High Volume Fly Ash Concrete (HVFAC)

HVFAC merupakan beton yang menggunakan material abu terbang / *fly ash* sebagai pengganti semen dengan persentase penggunaan mencapai 50 % atau lebih. Beton HVFA lebih hemat dalam aspek sumber daya alam dan lebih tahan lama (*durability*) dibandingkan beton OPC (Malhotra, 2002). Menurut Malhotra (2002) untuk memperoleh kuat tekan yang tinggi, dilakukan variasi kadar air sebesar 100 – 130 kg/m³ dengan kombinasi *superplasticizer*, *fly ash*, dan agregat dalam *mix design* HVFAC. Untuk mendapatkan hasil yang baik, *curing* beton HVFAC dilakukan pada permukaan beton minimum 7 hari agar mendapatkan kekuatan dan bentuk yang optimum.

Kuat Tarik Beton

Kuat tarik pada beton merupakan bagian yang cukup penting untuk mengetahui besarnya retakan yang timbul karena perbedaan *temperature*, kandungan air, dan faktor pembebanan yang dipengaruhi oleh luasan penampang beton. Kuat tarik merupakan kemampuan beton untuk bertahan dari suatu gaya yang memisahkan beton karena suatu tarikan. Terdapat dua cara untuk mengetahui nilai kekuatan tarik suatu beton yaitu dengan cara pengujian kuat tarik langsung dan pengujian kuat tarik tidak langsung atau biasa disebut kuat tarik belah. Metode uji kuat tarik langsung (*Direct Tensile*) dianggap lebih tepat dan lebih logis jika dibandingkan *splitting tensile* dan *flexural testing* (Kevin Ferdinand P, 2020).

Untuk mengetahui besarnya nilai kuat tarik langsung beton, dapat dihitung menggunakan persamaan 1:

$$f'_{ct} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

Dimana,

- f'ct = kuat tarik langsung (MPa)
- P = beban maksimum yang mampu ditahan (N)
- A = luas penampang (mm²)

Pengujian kuat tarik belah dilaksanakan menggunakan mesin *Compression Testing Machine (CTM)* dengan benda uji beton silinder berusia 28 hari. Benda uji diletakkan dalam posisi horizontal di atas mesin *CTM* kemudian beban diberikan merata tegak lurus dari panjang silinder sampai silinder pecah menjadi dua bagian.

Untuk mengetahui nilai kuat tarik belah pada beton, didapat melalui menggunakan persamaan [2],[3], dan [4]:

$$f't = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [2]$$

$$A = \frac{\pi LD}{2} \dots\dots\dots [3]$$

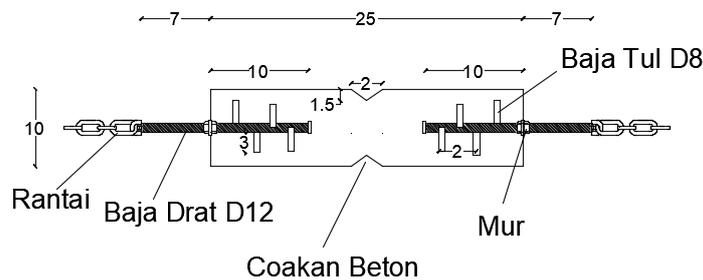
$$f't = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots [4]$$

Dimana :

- f't = kuat tarik beton (MPa)
- P = beban uji maksimum (N)
- L = panjang benda uji (mm)
- D = diameter benda uji (mm)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental, benda uji untuk pengujian kuat tarik langsung berupa balok berukuran 10 cm x 10 cm x 25 cm sedangkan benda uji pengujian kuat tarik belah memiliki bentuk silinder/tabung yang memiliki diameter 15 cm dengan ketinggian 30 cm. Untuk sketsa benda uji kuat tarik langsung seperti pada Gambar 1. Lalu beton HVFA SCC dilakukan pengujian dengan menggunakan dua alat yaitu alat UTM (*Universal Testing Machine*) untuk uji kuat tarik langsung CTM (*Compression Testing Machine*) untuk uji kuat tarik belah.



Gambar 1. Sketsa benda uji kuat tarik langsung

Kemudian pengujian beton segar dilakukan untuk memastikan beton masuk dalam kategori SCC yang sesuai dengan EFNARC 2005. Setelah beton mengeras kemudian beton dikeluarkan dari bekisting lalu diselimuti dengan karung goni basah yang disiram air setiap hari selama 19 hari dan dikeringkan selama 7 hari untuk selanjutnya diuji pada saat beton berumur 28 hari.

HASIL PENELITIAN

Hasil Beton Segar

Beton segar diuji dengan 3 tahap yaitu uji *slump flow*, *L-Box* dan *V-Funnel*. Hasil *Flow Table Test*, *L-Box* dan *V-Funnel* dapat dilihat pada Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Hasil pengujian *Flow Table Test* HVFA-SCC 50%, 60%, dan 70%

Kode	Diameter			Waktu	Syarat menurut EFNARC
	d1 (mm)	d2 (mm)	d _{rata-rata} (mm)	t ₅₀ (dt)	Keterangan
HVFA SCC 50%	580	590	585	4,3	✓
HVFA SCC 60%	630	630	630	5	✓
HVFA SCC 70%	650	670	660	4	✓

Tabel.2 Hasil pengujian *L-Box* HVFA-SCC 50%, 60%, dan 70 %

Kode	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₂ /h ₁	Keterangan
HVFA SCC 50%	92	76	0,83	✓
HVFA SCC 60%	88	81	0,92	✓
HVFA SCC 70%	78	63	0,81	✓

Tabel 3. Hasil pengujian *V-Funnel* HVFA-SCC 50 %, 60%, dan 70%

Kode	T (dt)	Keterangan
HVFA SCC 50%	6	✓
HVFA SCC 60%	8	✓
HVFA SCC 70%	9	✓

Dari tabel tersebut terlihat bahwa penambahan *fly ash* dengan kadar 50%, 60%, 70% sebagai pengganti semen pada penelitian ini telah memenuhi syarat sebagai beton SCC yang sesuai dengan standar EFNARC 2005.

Uji Kuat Tarik Langsung

Uji kuat tarik langsung dilakukan untuk mendapatkan data beban yang diperoleh dari pembacaan *load indicator*. Data uji kuat tarik langsung disajikan pada Tabel 4. dan Gambar 2.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Langsung Beton HVFA-SCC kadar 50%, Beton HVFA-SCC kadar 60%, Beton HVFA-SCC kadar 70%, dan Beton normal

No.	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Luas (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tarik (MPa)	COV
1.	Normal	1	7000	16377,11	2,34	0,069
		2	7000	18730,7	2,68	
		3	7000	17161,64	2,45	
		Rerata			2,49	
2.	HVFA-SCC 50 %	1	7000	25203,09	3,60	0,08
		2	7000	23928,23	3,42	
		3	7000	27948,95	3,99	
		Rerata			3,67	
3.	HVFA-SCC 60 %	1	7000	25497,29	3,64	0,033
		2	7000	25399,22	3,63	
		3	7000	24026,29	3,43	
		Rerata			3,57	
4.	HVFA-SCC 70 %	1	7000	16769,37	2,40	0,089
		2	7000	16426,14	2,35	
		3	7000	19270,07	2,75	
		Rerata			2,50	

Tabel 4. menunjukkan hasil kuat tarik rata-rata dari pengujian kuat tarik langsung beton HVFA- SCC kadar 50%, kadar 60%, kadar 70% dan beton normal berturut-turut 3,67 MPa; 3,57 MPa; 2,50 MPa dan beton normal sebesar 2,49 MPa.

Uji Kuat Tarik Belah

Uji kuat tarik belah dilakukan untuk mendapatkan data beban maksimum yang di peroleh dari hasil pembacaan *load indicator*. Data uji kuat tarik belah disajikan pada Tabel 5. dan Gambar 3. berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah beton HVFA-SCC kadar 50%, Beton HVFA-SCC kadar 60%, Beton HVFA-SCC kadar 70%, dan beton normal

No	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Ls (mm)	D(mm)	P _{maks} (N)	Ft (MPa)	COV
1	Normal	1	300	150	210000	2,97	0,084
		2	300	150	225000	3,18	
		3	300	150	205000	2,90	
		Rerata				3,02	
2	HVFA-SCC 50 %	1	300	150	160000	2,26	0,022
		2	300	150	155000	2,20	
		3	300	150	220000	3,11	
		Rerata				2,23	
3	HVFA-SCC 60 %	1	300	150	145000	2,05	0,226
		2	300	150	105000	1,49	
		3	300	150	255000	3,62	
		Rerata				1,77	
4	HVFA-SCC 70 %	1	300	150	95000	1,34	0,036
		2	300	150	100000	1,41	
		3	300	150	160000	2,26	
		Rerata				1,38	

Keterangan :

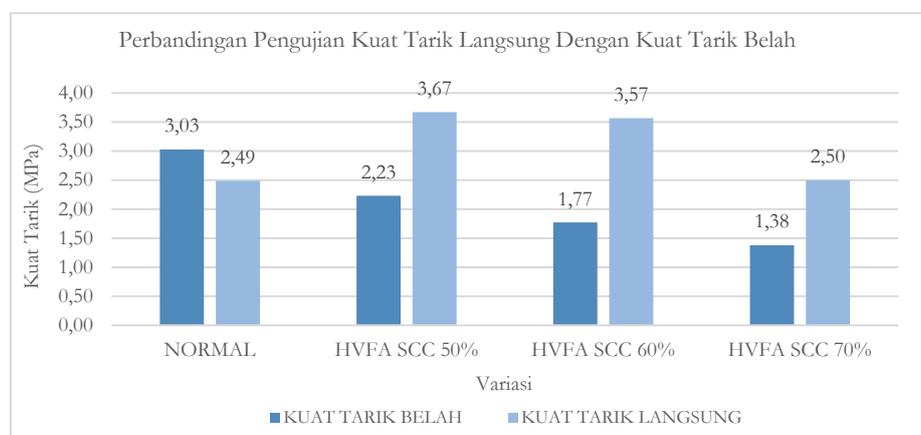
■ = Data tidak dimasukkan dalam perhitungan.

Dari 3 sampel tiap benda uji yang digunakan, ada beberapa data yang tidak digunakan dalam perhitungan *f_{ct}* rata – rata karena data tidak sesuai. Hal ini diketahui melalui besarnya nilai COV yang menunjukkan tingkat keakuratan data hasil pengujian . Dari tabel menunjukkan kuat tarik rata-rata dari uji kuat tarik belah beton HVFA SCC kadar 50%, 60%, 70% dan beton normal berturut-turut 2,23 MPa; 1,77 MPa; 1,38 MPa dan beton normal sebesar 3,02 MPa.

Kemudian untuk perbandingan hasil uji beton HVFA SCC 50%, 60%, 70% disajikan pada tabel 6- tabel 9. Dan Gambar 2 – 4.

Tabel 6. Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tarik Langsung

Jenis Beton	Kuat Tarik Langsung	Kuat Tarik Belah	f _t /f _{ct} (%)
	(MPa) f _{ct}	(MPa) f _t	
Normal	2,49	3,02	121,3 %
HVFA – SCC 50%	3,67	2,23	60,8 %
HVFA – SCC 60%	3,57	1,77	49,6 %
HVFA – SCC 70%	2,50	1,38	55,2 %



Gambar 2. Grafik perbandingan pengujian kuat tarik langsung dengan kuat tarik belah beton HVFA SCC 50%, 60%, 70%, terhadap beton normal

Hasil perbandingan nilai kuat tarik belah rata-rata beton HVFA SCC 50%, 60%, 70%, dan beton normal sebesar 60,8%; 49,6%; 55,2%; 121,3% dibandingkan dengan nilai kuat tarik langsung rata – rata beton dengan kadar yang sama. Pada pengujian kuat tarik belah, penambahan kadar *fly ash* menyebabkan berkurangnya nilai kuat tarik belah. Hal ini dikarenakan penambahan kadar *fly ash* berlebih mengakibatkan limbah *fly ash* tidak habis bereaksi dengan air. Sisa limbah yang tidak bereaksi ini akan menyebabkan rongga yang berakibat pada penurunan kepadatan beton.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah disampaikan sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pada pengujian kuat tarik langsung, penggantian material semen dengan *fly ash* kadar 50%, 60%, 70% pada beton SCC dibandingkan beton normal berpengaruh pada peningkatan nilai rata – rata kuat tarik langsung dengan hasil berturut-turut 3,67 MPa; 3,57 MPa; 2,50 MPa dibandingkan beton normal sebesar 2,49 MPa.
- b. Pada pengujian kuat tarik belah, penggantian material semen dengan *fly ash* pada beton SCC dengan kadar 50%, 60%, 70%, dibandingkan beton normal berpengaruh pada penurunan nilai rata – rata kuat tarik belah dengan hasil berturut-turut 2,23 MPa; 1,77 MPa; 1,38 MPa dibandingkan beton normal sebesar 3,02 MPa.
- c. Pada beton normal, nilai kuat tarik belah lebih besar dibandingkan kuat tarik langsung, sedangkan pada beton HVFA SCC nilai kuat tarik belah lebih kecil dibandingkan dengan kuat tarik langsung, Hasil pengujian kuat tarik langsung lebih mendekati nilai kuat tarik yang sebenarnya dikarenakan pada pengujian kuat tarik langsung seluruh penampang memikul tegangan tarik yang merata dan sama besar, sedangkan pengujian kuat tarik belah tegangan yang ditimbulkan berupa tegangan tekan.

REKOMENDASI

Untuk meningkatkan mutu penelitian ini, perlu dilakukan perbaikan demi mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran yang dapat diperhatikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

- a. Perlu pengadaan molen dengan kapasitas yang lebih besar untuk menjaga kualitas beton yang akan di uji.
- b. Menggunakan mesin UTM dan CTM yang sudah berbasis komputer agar pembacaan beban lebih teliti.
- c. Perlu pengadaan tempat yang layak pada Fakultas Teknik Progam Studi Teknik Sipil UNS untuk menaruh benda pengujian beton dan material bahan agar lebih rapi dan aman.
- d. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai variasi kadar *fly ash* pada beton jenis HVFA – SCC untuk mengetahui nilai kapasitas kuat tarik dibanding dengan beton normal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan rasa syukur dan terimakasih kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T. M.T. dan Bapak Ir, Purwanto, M.T. yang telah bersedia membimbing dari awal hingga akhir penelitian .serta teman-teman satu tim penelitian yang telah memberikan bantuan baik secara moral maupun materiil sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

REFERENSI

- Caroles, J. D. S., 2019, “Ekstraksi Silika yang Terkandung dalam Limbah Abu Terbang Batu Bara”. *Fullerene Journal Of Chem.* Vol.4 No.1, pp. 5-7.
- Faez Alhussainy, et al, 2016, “Direct Tensile Testing of Self-Compacting Concrete”, School of Civil, Mining, And Environmental Engineering, University of Wollongong, Australia.
- Kosakoy, M. N. M., Wallah, S. E., & Pandaleke, R., 2017, “Perbandingan Nilai Kuat Tarik Langsung dan Tidak Langsung pada Beton yang Menggunakan *Fly Ash*”. *Jurnal Sipil Statik.* Vol.5 No.7 Sep.
- Malhotra, V. M. 2002. “High-Performance High-Volume Fly Ash Concrete”. *ACI Concrete International.* 24, pp.1-5.
- Marthinus, A. P., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S., 2015, “Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton”. *Jurnal Sipil Statik.* Vol.3 No.11.
- Pandaleke, R.E. & Windah, R. S., 2017, “Perbandingan Uji Tarik Langsung dan Uji Tarik Belah Beton”, *Jurnal Sipil Statik.* Vol.5 No.10 Des.

- Pratama, K. F., 2020, "Uji Tarik Beton Memadat Sendiri *High Volume Fly Ash* 60%", *Skripsi*, Program Studi Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M., 2016, "Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen", *Jurnal Sipil Statik*. Vol.4 No.3 Mar.
- Pandaleke, Ronny E., and Reky S. Windah, 2017, "Perbandingan Uji Tarik Langsung dan Uji Tarik Belah Beton", *Jurnal Sipil Statik* Vol.5 No.10.
- Solikin, M and Setiawan, B., 2017, "The Effects Of Design Strength, Fly Ash Content And Curing Method On Compressive Strength Of High Volume Fly Ash Concrete: A Design Of Experimental" *MATEC Web of Conference* 102. ISCEE 2016.
- Yudhanto, Faisal Arya, Agus Setiya Budi, and Halwan Alfisa Saifullah, 2019, "Kajian Uji Tarik Beton HVFA Memadat Sendiri Terhadap Beton Normal.", *Matriks Teknik Sipil*, Vol.7 No.4.