

BETON MUTU TINGGI DENGAN PENAMBAHAN VISCOCRETE-10, SILICAFUME DAN QUARTZ POWDER

Adi Susetyo Dermawan¹, Ahsani Fauzan², Dewi Yuniar³

Universitas Achmad Yani Banjarmasin^{1,2,3}

Email : as_dermawan@yahoo.com¹

ABSTRACT

The use of High Strength Concrete (HSC) with a local aggregate in South Kalimantan is rarely done because they thought that local aggregates are not able to achieve the HSC. Construction community in South Kalimantan aggregate should optimize local resources easily available, at close range, and at reasonable prices without incurring material from the island of Sulawesi. The addition of additives such as superplasticizer (SP), silicafume (SF) and quartz powder (QP) scientifically able to raise the quality of concret. The purpose of research is to develop the HSC with a grain size selection/local aggregate grading Kalsel with the addition of superplasticizer percentage variation Viscocrete-10 (polycarboxilate ethers), silicafume and quartz powder on mechanical properties in order to achieve the compressive strength > 50 MPa. This study uses laboratory Poliban/Uvaya for aggregate examination (split from Katunun-sand from Rantau), the laboratory of Mining and Energy of South Kalimantan province for inspection quartz powder. Then make the job mix design (JMD) with a mixture of normal variation, quartz powder 10%, the percentage Viscocrete-10 (0%, 0.5%, 1%) and silicafume (0%, 10%, 20%) with 90 specimen at the age of 7 and 28 days. The results of the study with normal concrete JMD obtained compressive strength of 35.69 MPa, JMD with quartz powder (QP) of 10% amounting to 37.80 MPa. JMD with quartz powder (QP) 10%, silicafume (SF) 10%, superplasticizer (SP) 0% is 35.08 MPa, JMD with QP 10%, SF 20%, SP 0% is 29.52 MPa, JMD with QP 10%, SF 0%, SP 0.5% is 39.71 MPa, JMD with QP 10%, SF 10%, SP 0.5% is 41.33 MPa, JMD with QP 10%, SF 20%, SP 0.5% is 30.20 MPa, JMD with QP 10%, SF 0%, SP 1% is 40.16 MPa, JMD with QP 10%, SF 10%, SP 1% is 42.87 MPa, JMD with QP 10%, SF 20%, SP 1% is 34.83 MPa. JMD with QP 10%, 10% SF, SP 1% had results that the largest concrete compressive strength 42.87 MPa

Keywords: hsc, viscocrete-10, silicafume, quartz powder

ABSTRAK

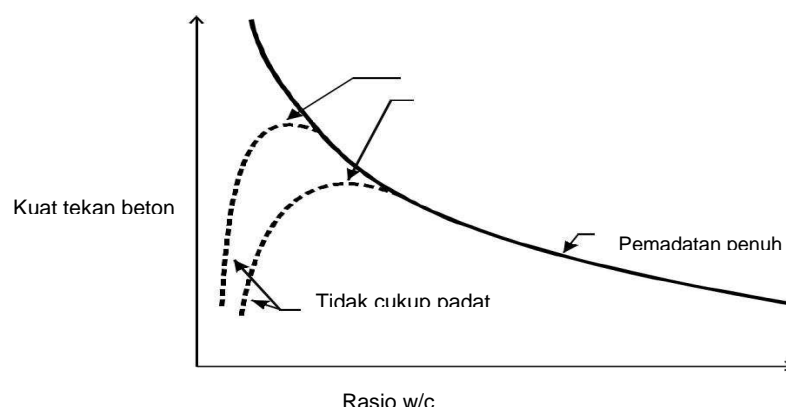
Penggunaan *High Strength Concrete (HSC)* dengan agregat lokal di Kalimantan Selatan jarang dilakukan karena beranggapan bahwa agregat lokal tidak mampu untuk mencapai *HSC*. Masyarakat konstruksi di Kalsel harus mengoptimalkan sumberdaya agregat lokal yang mudah didapat, jarak dekat, dan harga terjangkau tanpa mendatangkan material dari Pulau Sulawesi. Penambahan bahan aditif seperti *superplasticizer (SP)*, *silicafume (SF)* dan *quartz powder (QP)* secara ilmiah mampu menaikkan mutu beton. Tujuan penelitian adalah mengembangkan *HSC* dengan pemilihan ukuran butir/gradasi agregat lokal Kalsel dengan penambahan variasi prosentase *superplasticizer Viscocrete-10 (polycarboxilate ethers)*, *silicafume/mikrosilika* dan *quartz powder* terhadap sifat mekanis agar mencapai kuat tekan > 50 Mpa. Penelitian ini menggunakan laboratorium Poliban/Uvaya untuk pemeriksaan agregat (split Pelaihari/Katunun-pasir Rantau), laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Kalsel untuk pemeriksaan *quartz powder*. Kemudian membuat job mix design (JMD) dengan variasi campuran normal, *quartz powder* 10%, persentase *Viscocrete-10* (0%, 0,5%, 1%) dan *silicafume* (0%, 10%, 20%) dengan 90 benda uji pada umur 7 dan 28 hari. Hasil penelitian dengan JMD beton normal diperoleh kuat tekan 35.69 MPa, JMD dengan *quartz powder (QP)* 10% sebesar 37.80 MPa. JMD dengan *quartz powder (QP)* 10%, *silicafume (SF)* 10%, *superplasticizer (SP)* 0% adalah 35.08 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 0% adalah 29.52 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 0%, SP 0.5% adalah 39.71 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 10%, SP 0,5% adalah 41.33 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 0,5% adalah 30.20 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 0%, SP 1% adalah 40.16 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 10%, SP 1% adalah 42.87 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 1% adalah 34.83 MPa. JMD dengan QP10%, SF10%, SP1% mempunyai hasil kuat tekan beton terbesar 42.87 MPa.

Kata Kunci: hsc, viscocrete-10, silicafume, quartz powder

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia terus menerus mengalami peningkatan, hal ini tidak lepas dari kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur seperti jembatan dengan bentang panjang dan lebar, bangunan gedung bertingkat tinggi (terutama untuk kolom dan beton pracetak), dan fasilitas lain. Fasilitas tersebut mengarah kepada penggunaan beton mutu tinggi, mencakup kekuatan, ketahanan (keawetan), masa layan dan efisiensi. Dengan beton mutu tinggi (*high strength concrete/HSC*) dimensi dapat diperkecil sehingga berat struktur menjadi lebih ringan dan beban yang diterima pondasi menjadi lebih kecil, dari segi ekonomi hal tersebut tentu lebih menguntungkan. Porositas yang dihasilkan beton mutu tinggi lebih rapat, sehingga menghasilkan beton yang awet dan tahan sulfat karena tidak dapat ditembus oleh air dan bakteri perusak beton.

HSC adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 Mpa (SNI 03- 6468-2000). Salah satu yang berpengaruh pada kuat tekan beton adalah porositas, semakin besar porositasnya kuat tekannya semakin kecil dan sebaliknya. Faktor air semen ($f_{as}, w/c$) adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara berat air dan berat semen. Pada beton mutu tinggi dan sangat tinggi, pengertian w/c bisa diartikan sebagai *water to cementitious ratio*, yaitu rasio berat air terhadap berat total semen dan aditif *cementitious*, yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi. f_{as} yang rendah, merupakan faktor yang paling menentukan dalam menghasilkan beton mutu tinggi, dengan tujuan untuk mengurangi seminimal mungkin porositas beton yang dihasilkan. Pada gambar 1 terlihat semakin besar f_{as} semakin rendah kuat tekan betonnya. Menurut (SNI 03-6468-2000) beton mutu tinggi nilai faktor air semennya ada dalam rentang 0,2–0,5. Sedangkan untuk beton bermutu sangat tinggi faktor air semen yang dipergunakan lebih kecil dari 0,2 (Jianxin Ma dan Jorg Dietz, 2002).



Gambar 1. Hubungan antara kuat tekan dan fas (w/c) (Neville A.M., 1981)

Porositas dipengaruhi besar/kecilnya faktor air semen (f_{as}) yang digunakan. Semakin besar f_{as} maka porositas semakin besar dan sebaliknya. Untuk mendapatkan beton bermutu tinggi harus dipergunakan f_{as} rendah, namun f_{as} yang terlalu kecil pengerjaan beton menjadi sangat sulit, sehingga pemadatannya tidak bisa maksimal dan mengakibatkan beton menjadi keropos, hal tersebut berakibat kuat tekan beton menurun. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat digunakan alat getar (*vibrator*) atau dengan bahan tambahan (*chemical admixture*)

yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (Tjokrodinuljo, 1995). Bahan tambah ini diawal tahun 1990-an di negara Jepang dikembangkan jenis *superplasticizer* berbahan dasar *polycarboxylate ether*, yang diharapkan akan mengurangi *slump loss* dan sedikit memperlambat hidrasi semen (Nugraha dan Antoni, 2007), pencampuran pasta semen dengan *superplasticizer* (*polycarboxylate based*) sebanyak 0,4% akan menghambat reaksi hidrasi antara butiran semen dengan air (Lothenbach, et al, 2007).

Partikel terkecil bahan penyusun beton konvensional adalah semen. Untuk mengurangi porositas semen digunakan aditif yang bersifat pozzolan dan mempunyai partikel sangat halus (*silicafume*) yang bersifat pozzolan dengan kadar kandungan senyawa silica-dioksida (SiO_2) yang sangat tinggi (>90%) dan ukuran butiran partikel yang halus yaitu sekitar 1/100 ukuran rata-rata partikel semen. Penggunaan *silicafume* akan memberikan sumbangan yang lebih efektif pada kinerja beton, terutama untuk beton bermutu tinggi (Subakti, 1995). Faktor utama yang bisa menentukan keberhasilan beton bermutu tinggi bila berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan tinggi, diantaranya adalah faktor air semen ($f_{as,w/c}$) yang rendah, kualitas agregat halus (pasir), kualitas agregat kasar (batu pecah/koral), penggunaan *admixture* dan aditif mineral dalam kadar yang tepat dan prosedur yang cermat pada proses produksi.

Kualitas agregat halus yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah berbentuk bulat, tekstur halus, modulus kehalusan, menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir dengan modulus kehalusan 2,5 s/d 3,0 pada umumnya akan menghasilkan beton mutu tinggi (dengan f_{as} yang rendah) yang mempunyai kuat tekan dan *workability* yang optimal, bersih dan gradasi yang baik dan teratur (Larrard, 1990). Adapun kualitas agregat kasar yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi meliputi porositas rendah, (sangat baik bila bisa digunakan agregat kasar dengan tingkat penyerapan air (*water absorption*) kurang dari 1%), bentuk fisik agregat kubikal dan tajam, ukuran maksimum agregat (< 15 mm), bersih dan kuat hancur tinggi serta gradasi yang baik dan teratur.

METODE PENELITIAN

Material penyusun yang digunakan sebagai berikut:

1. Semen Portland Type PPC (Gresik)
2. Air PDAM, yang memenuhi syarat.
3. Agregat kasar yaitu split asal dari Pelaihari/katunun, dari pabrik *stone crusher* dengan ukuran maksimum agregat 15 mm

Agregat halus yaitu pasir asal Rantau, dengan modulus kehalusan 2,5 s/d 3,0

4. Bahan *additive* berupa *silica fume*/ mikrosilika yang diperdagangkan secara umum oleh PT. Sika Indonesia dengan nama produk *SikaFume* dengan variasi persentase (kadar) 0%,10% dan 20%
5. *Superplasticizer* dari PT.Sika Indonesia yaitu *Viscocrete-10* (*polycarboxilate ethers*) dengan variasi campuran 0%, 0,5%, dan 1%
6. Pasir kuarsa yang ditumbuk halus menjadi Quartz powder,
7. FAS yang digunakan adalah 0,28 untuk beton mutu tinggi.

Tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Pemeriksaan semen gresik
2. Pemeriksaan agregat halus (gradasi, berat jenis dan penyerapan air, kadar lumpur, kadar air, dan berat satuan).

3. Pemeriksaan agregat kasar (gradasi, berat jenis dan penyerapan air, keausan agregat, kadar lumpur agregat, kadar air dan berat satuan agregat kasar).
4. Pemeriksaan quartz powder
5. Pemeriksaan bahan susun *silicafume, viscocrete-10*: Pemeriksaan bahan penyusun, pemeriksaan butiran *silicafume* dan warna viscocrete-10.
6. Perancangan *job mix design* berupa: air, semen, pasir, split, *quartz powder 10%*, *viscocrete-10 (0%, 10%, 20%)* dan silikafume (0%, 0.5%, 1%)
7. Pengambilan benda uji beton, pengujian slump dan pembuatan benda uji sebanyak 90 buah dan perawatan selama 7 dan 28 hari (SNI 03-4810-1998)
8. Pengujian kuat tekan benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pemeriksaan Bahan Susun.

1. Agregat kasar yaitu split asal dari Pelaihari/katunun, dari pabrik *stone crusher*

Tabel 1. Analisis saringan agregat kasar

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)	Komulatif Tertahan (gr)	Komulatif Persen			Ket
mm	inch			Tertahan	Lolos	Rerata	
37.5	1 1/2"	0.0	0.0	0.00	100.00	100.00	
19	3/4"	310.4	310.4	25.76	74.24	74.24	
12.5	1/2"	428.9	739.3	61.35	38.65	38.65	
9.5	3/8"	291.6	1030.9	85.54	14.46	14.46	
4.75	No.4	156.9	1187.8	98.56	1.44	1.44	
2.36	No.8	15.4	1203.2	99.84	0.16	0.16	
1.18	No.16	0.1	1203.3	99.85	0.15	0.15	
0.6	No.30	0.0	1203.3	99.85	0.15	0.15	
0.3	No.50	0.0	1203.3	99.85	0.15	0.15	
0.15	No.100	0.2	1203.5	99.87	0.13	0.13	
0.075	No.200	0.5	1204.0	99.91	0.09	0.09	
Pan		1.1	1205.1	100.00	0.00	0.00	
Jumlah		1205.1					

Tabel 2. Berat jenis agregat

Berat jenis Ag. Kasar	Split 1-2	
	A	B
Berat SSD	1830	1639
Berat Dalam Air	1174	1047
Berat Kering	1820	1628
Bj. Jenuh	2.790	2.769
Bj. Bulk	2.774	2.750
Penyerapan	0.549	0.676

Tabel 3. Pemeriksaan agregat kasar

Kadar Air	Split 1-2	Kadar lumpur	Split 1-2	Abrasi	Split 1-2
Berat awal	1500	Berat awal	1500	Berat Total	5000
Berat kering	1497.6	Berat dicuci	1496.7	# 12	4240
Kadar air	0.16	Kadar lumpur	0.22	% aus	15.2

3. Agregat halus yaitu pasir asal Rantau, dengan modulus kehalusan 2,44

Tabel 4. Analisis saringan agregat halus

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)	Komulatif Tertahan (gr)	Komulatif Persen			Ket.
mm	inch			Tertahan	Lolos	Rerata	
9.5	3/8"	0.0	0.0	0.00	100.00	100.00	
4.75	No.4	5.1	5.1	1.35	98.65	98.65	
2.36	No.8	53.8	58.9	15.62	84.38	84.38	
1.18	No.16	118.4	177.3	47.02	52.98	52.98	
0.6	No.30	124.1	301.4	79.93	20.07	20.07	
0.3	No.50	60.4	361.8	95.94	4.06	4.06	
0.15	No.100	10.0	371.8	98.59	1.41	1.41	
0.075	No.200	3.3	375.1	99.47	0.53	0.53	
Pan		2.0	377.1	100.00	0.00	0.00	
Jumlah		377.1					

Tabel 5. Berat jenis agregat halus

Berat Jenis Ag. Halus	Pasir Rantau	
	1	2
Berat SSD	500	500
Br _t P+A	668.5	666.6
Br _t P+A+S	976	975.1
Br _t kering	492.3	492.4
Bj. Bulk	2.557	2.571
Bj. Jenuh	2.597	2.611
Penyerapan	1.564	1.543

Tabel 6. Kadar air, kadar lumpur sampel agregat halus

Kadar Air	Pasir	Kadar lumpur	Pasir
Berat awal	1000	Berat awal	1000
Berat kering	990.5	Berat dicuci	986.7
Kadar air	0.95	Kadar lumpur	1.33

4. Bahan *additive* berupa *silicafume*/mikrosilika dari PT. Sika Indonesia (*sikafume*)

Tabel 7. Pemeriksaan sikafume

Sifat-sifat	ASTM (1240-05)	Spesifikasi
Warna	-	Abu-abu
SiO ₂ (%)	≥ 85	95
Bulk density (kg/m ³)	-	2100 2300

5. *Superplasticizer* PT.Sika Indonesia yaitu *Viscocrete-10 (polycarboxilate ethers)*

Tabel 8. Pemeriksaan *Viscocrete-10*

Sifat-sifat	Spesifikasi
Warna	Coklat tua
Specific Gravity	1.18 - 1.20

6. *Quartz powder*/tepung kuarsa

Tabel 9. Hasil analisa kimia tepung kuarsa

No.	Parameter	Hasil (%) Kuarsa Palangkaraya	Metode Uji
1	SiO ₂	98.76	Gravimetri
2	Al ₂ O ₃	0.98	Kompleksometri
3	Fe ₂ O ₃	0.28	AAS
4	CaO	0.08	AAS
5	MgO	<0.01	AAS
6	TiO ₂	0.29	Spektrofotometri
7	K ₂ O	<0.01	AAS
8	Na ₂ O	<0.01	AAS
9	LOI	0.12	Gravimetri
10	Cr ₂ O ₃	0.01	AAS

b. Hasil Perencanaan Campuran Beton

Kuat tekan beton normal direncanakan sebesar 55 MPa dengan fas sebesar 0,28. Dengan bahan tambah superplastisizer maka fas akan menurun, sehingga diharapkan kuat tekannya lebih besar dari yang direncanakan, dengan menurunnya fas maka akan menghasilkan kuat tekan yang lebih besar. Berdasarkan metode SK-SNI 03-2834-1992, kebutuhan bahan susun untuk setiap meter kubik beton disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Kebutuhan bahan susun beton tanpa *silicafume* tiap 1 meter kubik

Kadar Superplastisizer (%)	Volume		Berat Semen (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Korall (kg)	fas
	Air (liter)	Superplastisizer (liter)				
0.0%	190	0	678.57	474.43	1107.00	0.28
0.5%	189.05	0.95	678.57	474.43	1107.00	0.278
1.0%	189.00	1.90	678.57	474.43	1107.00	0.278

Selain penambahan *superplastisizer* di dalam rancangan campuran beton ini ditambahkan *silicafume* dengan kadar bervariasi sebesar 0%, 10%, 20% terhadap berat semen serta penambahan *quartz powder* 10% terhadap berat agregat halus. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Kebutuhan bahan susun beton tiap 1 meter kubik

Kadar SC(%)	Kadar QP(%)	Kadar SP (%)	Volume		Berat		Berat		Berat Korall(kg)
			Air (ltr)	SP (ltr)	SC(kg)	Semen(kg)	Pasir(kg)	Q(kg)	
0%	10%	0%	190.00	0	-	678.57	426.99	47.44	1107.00
10%	10%	0%	190.00	0	67.86	610.71	426.99	47.44	1107.00
20%	10%	0%	190.00	0	135.71	542.86	426.99	47.44	1107.00
0%	10%	0.5%	189.05	0.95	0.00	678.57	429.99	47.44	1107.00
10%	10%	0.5%	189.05	0.95	67.86	610.71	426.99	47.44	1107.00
20%	10%	0.5%	189.05	0.95	135.71	542.86	426.99	47.44	1107.00
0%	10%	1%	188.1	1.9	0.00	678.57	429.99	47.44	1107.00
10%	10%	1%	188.1	1.9	67.86	610.71	426.99	47.44	1107.00
20%	10%	1%	188.1	1.9	135.71	542.86	426.99	47.44	1107.00

c. Hasil Uji Slump Beton Segar

Setiap benda uji diadakan 2 kali pengujian slump, kemudian dari 2 kali pengujian ini diambil nilai slump rata-rata. Hasil uji slump dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji slump beton segar dengan *silicafume*, *quartzpowder*, *superplatisizer*

Kadar SC (%)	Kadar QP (%)	Kadar SP (%)	Volume		Berat		Berat		Berat Korral (kg)	Slump (cm)
			Air (liter)	SP (liter)	SC (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	QP (kg)		
0%	10%	0%	190.00	0	-	678.57	426.99	47.44	1107.00	1.8
10%	10%	0%	190.00	0	67.86	610.71	426.99	47.44	1107.00	1.7
20%	10%	0%	190.00	0	135.71	542.86	426.99	47.44	1107.00	1.6
0%	10%	0.5%	189.05	0.95	0.00	678.57	429.99	47.44	1107.00	2.2
10%	10%	0.5%	189.05	0.95	67.86	610.71	426.99	47.44	1107.00	2
20%	10%	0.5%	189.05	0.95	135.71	542.86	426.99	47.44	1107.00	1.8
0%	10%	1%	188.1	1.9	0.00	678.57	429.99	47.44	1107.00	2.5
10%	10%	1%	188.1	1.9	67.86	610.71	426.99	47.44	1107.00	2.3
20%	10%	1%	188.1	1.9	135.71	542.86	426.99	47.44	1107.00	2
0%	0%	0%	190.0	0	-	678.57	426.99	0	1107.00	2

Dari Tabel 12 didapat bahwa penambahan kadar *superplatisizer* akan meningkatkan nilai *slump*. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Supartono, 1998), yang mengatakan bahwa semakin besar kadar *superplatisizer* maka nilai *slump* akan semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan semakin besar kadar *superplatisizer* maka beton akan semakin lecek (mudah dikerjakan). Dari Tabel 12 juga didapat semakin besar kadar *silicafume* semakin menurun nilai *slump*-nya. Hal tersebut diakibatkan karena *silicafume* lebih banyak menyerap air jika dibandingkan dengan semen, sehingga adukan menjadi lebih kering yang kemudian mempengaruhi nilai *slump* beton segar menjadi semakin rendah sesuai dengan kadar *silicafume* yang ditambahkan.

d. Pengaruh Penambahan *quartz powder*, *viscocrete-10* dan *silicafume* terhadap Kuat Tekan Beton

Tabel 13. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Kadar SP (%)	Kadar SC (%)	Kadar QP (%)	Dia. (cm)	Luas (cm ²)	Berat (kg)	Beban Maks. (kN)	fc' (MPa)	fc' Rerata (MPa)
0%	0%	10%	15.00	176.62	13.4	456	36.348	37.80
0%	0%	10%	15.00	176.62	12.9	454	34.253	
0%	0%	10%	15.00	176.62	13.4	529	42.803	
0%	10%	10%	15.00	176.62	12.9	571	32.345	35.08
0%	10%	10%	15.00	176.62	12.9	616	34.876	
0%	10%	10%	15.00	176.62	13	671	38.007	
0%	20%	10%	15.00	176.62	12.6	546	30.913	29.52
0%	20%	10%	15.00	176.62	12.6	474	26.883	
0%	20%	10%	15.00	176.62	12.6	544	30.814	
0.5%	0%	10%	15.00	176.62	12.9	696	39.406	39.71
0.5%	0%	10%	15.00	176.62	13	656	37.141	
0.5%	0%	10%	15.00	176.62	13.5	752	42.576	
0.5%	10%	10%	15.00	176.62	12.9	697	39.462	41.33
0.5%	10%	10%	15.00	176.62	13.4	758	42.916	

0.5%	10%	10%	15.00	176.62	13.1	735	41.613	
0.5%	20%	10%	15.00	176.62	12.8	528	29.894	
0.5%	20%	10%	15.00	176.62	12.7	572	32.385	30.20
0.5%	20%	10%	15.00	176.62	12.7	500	28.309	
1%	0%	10%	15.00	176.62	13.3	725	41.047	
1%	0%	10%	15.00	176.62	13.6	698	39.519	40.16
1%	0%	10%	15.00	176.62	13.6	705	39.915	
1%	10%	10%	15.00	176.62	12.9	760	43.052	
1%	10%	10%	15.00	176.62	13	761	43.086	42.87
1%	10%	10%	15.00	176.62	13	750	42.463	
1%	20%	10%	15.00	176.62	12.7	625	35.386	
1%	20%	10%	15.00	176.62	12.7	655	37.084	34.83
1%	20%	10%	15.00	176.62	12.9	566	32.028	
0%	0%	0%	15.00	176.62	13	563	31.875	
0%	0%	0%	15.00	176.62	13.1	655	37.084	35.69
0%	0%	0%	15.00	176.62	13.3	673	38.115	

Dari Tabel 13 terlihat bahwa penambahan *silicafume* 10% terhadap campuran beton menghasilkan kuat tekan beton terbesar. Semakin besar kadar *superplastisizer* semakin besar kuat tekannya. Kuat tekan terbesar berada pada 42.87 MPa dengan variasi campuran beton dengan penambahan *silicafume* 10%, *superplastisizer* 1% dan *quartz powder* 10%. Kuat tekan beton optimum umur 28 hari untuk JMD dengan *quartz powder* (QP) 10%, *silicafume* (SF) 10%, *superplastisizer* (SP) 0% adalah 35.08 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 0% adalah 29.52 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 0%, SP 0.5% adalah 39.71 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 10%, SP 0,5% adalah 41.33 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 0,5% adalah 30.20 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 0%, SP 1% adalah 40.16 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 10%, SP 1% adalah 42.87 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 1% adalah 34.83 MPa.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton optimum normal yang dapat dicapai sebesar 35.69 MPa.
2. Kuat tekan beton optimum dengan penambahan *quartz powder* 10% yang dapat dicapai sebesar 37.80 MPa.
3. Kuat tekan beton optimum dengan penambahan QP 10%, SF 10%, SP 1% mempunyai hasil yang terbesar 42.87 MPa.
4. Kuat tekan beton optimum umur 28 hari untuk JMD dengan *quartz powder* (QP) 10%, *silicafume* (SF) 10%, *superplastisizer* (SP) 0% adalah 35.08 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 0% adalah 29.52 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 0%, SP 0.5% adalah 39.71 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 10%, SP 0,5% adalah 41.33 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 0,5% adalah 30.20 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 0%, SP 1% adalah 40.16 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 10%, SP 1% adalah 42.87 MPa, JMD dengan QP 10%, SF 20%, SP 1% adalah 34.83 MPa.

Peneliti menyarankan agar riset ini dilanjutkan dengan variasi campuran menggunakan *quartz powder* 10%, persentase *Viscocrete-10* (1.5%, 2%, 2.5%) dan *silicafume* (0%, 10%, 20%) pada umur 7, 28 dan 56 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Jianxin Ma & Jorg Dietz, 2002, *Ultra high performance self compacting concrete*, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Universität Leipzig
- Larrard, 1990, *A Method for Proportioning High-Strength Concrete Mixtures, Cement, Concrete and Agregat*, ASTM, Volume 12, Issue 1, pp. 47-52
- Lothenbach, B., Winnefeld, F., Figi, R., 2007, *The Influence of Superplasticizers on The Hydration of Portland Cement*, EMPA 2007
- Nugraha, P., Antoni, 2007, *Teknologi Beton (Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi)*, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Neville, A.M., 1981, *Properties of Concrete*, FT Prentice Hall, United Kingdom
- Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-6468-2000 Pd T-18-1999-03, 2010, *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi dengan Semen Portland dan Abu Terbang*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 03-4810-1998 *Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di lapangan*, BSN, Jakarta
- Tjokrodimulyo, Kardiyono, 1992, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
- Subakti, A, 1995, *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Tidak dipublikasikan, Surabaya