

PEMAKAIAN ADDITIVE MICRO SILICA DALAM CAMPURAN BETON UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON NORMAL

Herri Mahyar

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

E-mail : heri_pnl@yahoo.co.id

ABSTRACT

Micro silica types sikafume is one plus alternate materials (additive) than fly ash is often used to increase the compressive strength of concrete. Composition of the same material used on condition fas 0.5. Addition sikafume in concrete mixed with composition 0%, 5%, 10%, 15, and 20%. The Specimens used in this study is a concrete cylinder diameter of 15 cm and height 30 cm by 5 pieces for each sample. Compressive strength testing done at the time the specimen reaches the age of 3,7, 14, and 28 days. The result showed the maximum compressive strength of concrete at 28 days is 21 MPa without adding sikafume. Maximum compressive strength due to the use of additive type sikafume (15%) achieved at the age of 28 days with a concrete compressive strength of 34 MPa.

Keywords : *normal concrete compressive strength, micro silica, sikafume*

PENDAHULUAN

Dalam era pembangunan nasional yang berkembang serba cepat, pemakaian beton (khususnya beton normal) sebagai bahan konstruksi sangat banyak dipakai. Hal ini disebabkan karena beton mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan, baik dari segi biaya, struktur ataupun pelaksanaannya di lapangan. Selain dari pada itu beton merupakan suatu elemen struktur yang dapat dibuat sesuai dengan bentuk dari dimensi suatu struktur. Oleh karena itu pemakaian beton sebagai bahan konstruksi sangat banyak digunakan oleh industri jasa konstruksi baik di lapangan maupun di pabrik. Dari berbagai hasil penelitian, beton dapat ditingkatkan fungsi dan kegunaannya seoptimal mungkin sejalan dengan pesatnya kemajuan teknologi konstruksi seperti bangunan gedung, jembatan dan jalan raya serta konstruksi lainnya.

Berbagai referensi sering disebutkan bahwa kegunaan terbaik dari beton adalah pemanfaatan pada kekuatan tekannya, sehingga kekuatan beton identik dengan kekuatan tekan karakteristik beton (f_c). Kuat tekan beton sangat bergantung pada jumlah/proporsi semen dalam campuran (water cement ratio). Selain dari perbandingan *water cement ratio*, kekuatan beton juga ditentukan oleh kekuatan pada *interfacial zone* yaitu daya lekat antara pasta dengan agregat. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pemakaian bahan tambah (*additive/admixture*) jenis *water reducing agent (WRA)* dalam campuran beton.

Penambahan *additive* ke dalam campuran beton sebelum atau pada saat beton diaduk dengan tujuan untuk merubah sifat dari beton agar dapat berfungsi lebih baik, sehingga dapat diketahui seberapa besar kenaikan kekuatan tekan beton dengan adanya perubahan pada daerah *interfacial zone* (daya lekat antara pasta dengan agregat).

Bahan tambah yang akan digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton yaitu mikro silika jenis *sikafume*, karena dalam mikro silika mengandung unsur utama pembentuk semen yaitu silikat (SiO_2). Silica oksida (SiO_2) tersebut akan bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ sehingga akan menjadi senyawa CSH gel, dimana senyawa CSH gel tersebut akan mengisi celah-celah yang lemah yaitu antara agregat dengan pasta semen sehingga akan memperkuat matrik beton. Berdasarkan uraian

di atas diharapkan penambahan komposisi SiO₂ dalam campuran beton diharapkan akan menambah kekuatan tekan beton beton.

Semen merupakan bubuk yang sangat halus (kehalusan 300 - 350 m²/kg) terdiri dari kalsium dan silikat yang berfungsi untuk mengikat agregat menjadi suatu massa yang padat. Komposisi minimum senyawa semen adalah senyawa C3S, C2S, C3A dan C4A. Dari ke empat senyawa tersebut, C3S dan C2S yang benar-benar dapat berfungsi sebagai perekat (Neville (1987)). Senyawa-senyawa tersebut akan mengisi celah celah yang lemah dalam campuran beton yaitu antara agregat dengan pasta semen.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kuat tekan beton (Paulus, 1986) yaitu:

- a. Kekuatan pasta semen yaitu dengan cara mengurangi porositas pasta (memperkecil water cement ratio), dan menggunakan bahan tambah (mikro silica atau fly ash)
- b. Kualitas atau kekuatan agregat khususnya agregat kasar
- c. Kekuatan ikatan / lekatan antara semen dengan agregat

Faktor-faktor yang menentukan kekuatan tekan beton adalah kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan pengawetan) serta umur beton. Susilo.A.D (2012) menyebutkan bahwa kekuatan beton sangat ditentukan oleh kekuatan agregat dan kekuatan matrix pengikatnya. Dengan demikian, faktor yang dapat dioptimalkan untuk mendapatkan kekuatan beton struktural adalah kekuatan matrix pengikat antara pasta dengan agregat. Silicafume merupakan salah satu bahan additive yang dapat digunakan untuk membuat interfacial zone lebih baik karena silica fume dapat meningkatkan ikatan pasta semen dengan agregat.

Selanjutnya beberapa kegunaan yang penting dari campuran (*Admixture*) berdasarkan Wang dan Salmon (1986) adalah:

- a. Untuk mempercepat kekuatan awal
- b. Memperlambat perkembangan
- c. Meninggikan kekuatan (campuran pengurang air dan pengendali).

Murdock dan Brook (1986), mengemukakan bahwa bahan kimia (*admixture*) yang bersifat *Water Reduced Agent* dapat berfungsi untuk mereduksi air, dimana kadar air dalam beton dapat dikurangi tanpa kehilangan workabilitas. Persentase pengurangan air akibat pemakaian bahan yang bersifat *plastisizer* berkisar antara 5% sampai 10% dan kekuatan beton akan meningkat kekuatannya mencapai 10%.

Sagel (1993) menyatakan bahwa pemakaian bahan tambah yang bersifat *Water Reduced Agent* (*plastisizer*) dapat menambah kekuatan beton serta meningkatnya durabilitas beton. Selanjutnya Neville dan Brook (1993) menyatakan, Jenis bahan tambah *plastisizer* dapat digunakan untuk mencapai kekuatan beton yang lebih tinggi akibat pengurangan perbandingan air dan semen pada workabilitas yang sama.

METODOLOGI

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu persiapan bahan, penelitian awal bahan, perencanaan campuran beton, pembuatan serta pengujian benda uji dan analisa data.

Baha
Baha
baha

Sem
Sem
baha
pene

Agre
Pad
berft
dipei
butir
kerik

Air
Kepe
jarin
dapa

Baha
Baha
warr
yaitu
Star
Mate

Ren
Sec
peni
deni
Sed
pert

Bahan pembentuk beton

Bahan pembentuk beton terdiri dari semen sebagai pengikat, agregat (halus dan kasar alami) untuk bahan pengisi dan air berfungsi sebagai pencampur dan additive sebagai bahan tambah.

Semen

Semen merupakan bahan perekat yang terdiri dari senyawa kapur, silika serta alumina dan bahan-bahan lainnya yang akan membentuk menjadi pasta bila dicampur dengan sejumlah air. Untuk penelitian ini dipakai semen portland tipe I Andalas produksi PT. Semen Andalas Indonesia.

Agregat

Pada umumnya beton terdiri dari 65-75 persen agregat (agregat halus dan agregat kasar) yang berfungsi sebagai bahan pengisi. Oleh karena itu untuk memperoleh beton yang baik dan kuat diperlukan agregat yang mempunyai kualitas yang baik pula seperti bentuk, gradasi dan ukuran butiran, serta kekerasan. Agregat halus digunakan pasir dari Krueng Mane dan agregat kasar jenis kerikil alami (permukaan licin) dari krueng Mane dengan ukuran butir maksimum 31,5 mm.

Air

Keperluan penelitian ini digunakan air dari laboratorium bahan teknik sipil yang berasal dari sistem jaringan air Politeknik Negeri Lhokseumawe. Kondisi air tersebut relatif baik, tidak asin sehingga dapat digunakan untuk campuran beton dan tidak akan mempengaruhi kualitas beton.

Bahan tambah (*additive*)

Bahan tambah yang digunakan yaitu mikrosilica jenis *sikafume*, yang berbentuk bubuk (*powder*), warna abu-abu produksi PT. Sika Nusa Pratama. Komposisi penambahan *sikafume* bervariasi yaitu 5 %, 10 %, 15 % dan 20 %.

Standar yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ASTM (American Society for Testing Material) yaitu:

- a. C 33-78 Spec. for concrete aggregate
- b. C177-76 Test for material finer than no. 200 sieve mineral aggregate by washing
- c. C 39-72 Test for strength of cylindrical concrete
- d. C143-78 Test of slump of portland cement concrete
- e. C617-76 Capping cylindrical concrete specimens
- f. C192-81 Making and curing concrete test specimen in lab.

Rencana campuran beton

Secara umum kuat tekan beton sangat bergantung pada perbandingan air dan semen (*fas*). Untuk penelitian ini rancangan campuran beton dipakai metode ACI yang dimodifikasi yaitu disesuaikan dengan kondisi agregat setempat, dan untuk *trial mix* dibuat dengan faktor air semen 0,5. Sedangkan agregat terdiri dari agregat gabungan yaitu agregat halus dan kasar dengan perbandingan 35 persen agregat halus dan 65 persen agregat kasar.

Benda uji dan pengetesan

Benda uji yang dibuat pada penelitian ini yaitu silinder beton ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Untuk ke lima komposisi sikafume tersebut dibuat sebanyak 100 buah benda uji sesuai dengan hasil rencana campuran beton. Pembuatan benda uji didasarkan pada standar ASTM C 192-81 dan C 617-76.

Selanjutnya untuk mendapatkan kuat tekan hancur beton dilakukan pengujian kuat tekan untuk tiap - tiap benda uji pada umur 3,7,14, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan standar C 39-72 di Laboratorium Bahan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe, dengan menggunakan alat tekan merk control kapasitas 1000 kN.

Kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$f_c = P/A$$

Keterangan : f_c = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimum yang dicapai (kg)

A = Luas penampang / bidang tekan silinder (cm²)

Hasil dari pengujian tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kuat tekan beton berdasarkan komposisi *sikafume*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis-sifat fisik agregat halus

Analisis sifat fisis agregat halus yang dilakukan berdasarkan ketentuan ASTM yaitu :

- a. ukuran butir maksimum : 4,75mm
- b. berat jenis bulk : 2,48
- c. berat jenis SSD : 2,55
- d. Penyerapan : 2,8 %

Analisis sifat fisik agregat kasar

Untuk memperoleh keseragaman kekuatan agregat kasar yang digunakan maka agregat kasar diambil dari penambangan sungai. Dari hasil pemeriksaan sifat fisik berdasarkan standar ASTM diperoleh data sebagai berikut:

- a. Ukuran butir maksimum : 31,5 mm
- b. Berat jenis bulk : 2,70
- c. Berat jenis SSD : 2,80
- d. Penyerapan : 1,7%

Rancangan campuran beton

Berdasarkan data material tersebut di atas maka tahap selanjutnya membuat perencanaan campuran beton. Saat ini ada beberapa peraturan/metode yang dapat dipakai untuk membuat perencanaan campuran beton antara lain DOE (*British Standard*), ACI (Amerika), Dreux (Perancis), SNI (Indonesia). Semua metode tersebut pada dasarnya sama dengan tujuan untuk mendapatkan komposisi campuran (*trial mix*) berdasarkan kondisi/ sifat - sifat fisis dari material tersebut

Untuk perencanaan campuran beton dalam penelitian ini dipakai metode ACI yang dimodifikasi (d disesuaikan dengan kondisi agregat setempat), dan komposisi campurannya adalah sebagai berikut

Tabel 1. Rancangan Campuran Beton

Fas	Air (Ltr)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Sikafume	
					(%)	(kg/m ³)
0,50	185	370	539	1257	0	0
	185	370	539	1257	5	18,5
	185	370	539	1257	10	37
	185	370	539	1257	15	55,5
	185	370	539	1257	20	64

Pengujian slump

Uji *slump* dilakukan pada tiap-tiap pengadukan mortal sebelum dilakukan pencetakan benda uji. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui plastisitas atau tingkat kekentalan adukan beton yang nantinya akan mempengaruhi *workability* (kemudahan dalam pekerjaan). Hasil uji *slump* untuk beberapa pengadukan dengan penambahan sikafume, ternyata memberikan nilai *slump* yaitu antara 8,1 sampai 9,6 cm. Dalam penelitian ini tidak digunakan super plastisizer sehingga dalam pembuatan benda uji dilakukan pemadatan yang cukup baik sehingga menghasilkan benda uji yang padat (tidak keropos). Salah satu cara untuk memperbesar nilai *slump* diperlukan penambahan *super plastisizer* cair antara lain *sikament* 520 sekitar 1,5 sampai 2 %, sehingga dengan penambahan *super plastisizer* akan menghasilkan adukan yang sangat plastis. ji kuat tekan

Uji kuat tekan beton dilakukan pada saat benda uji silinder beton mencapai umur 3, 7, 14, dan 28 hari. Laju pembebanan disesuaikan dengan persyaratan ASTM C 39 yaitu antara 1,43 - 3,47 kg/cm²/detik. Data kuat tekan silinder beton untuk berbagai jenis persentase bahan tambah dicantumkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kuat tekan beton

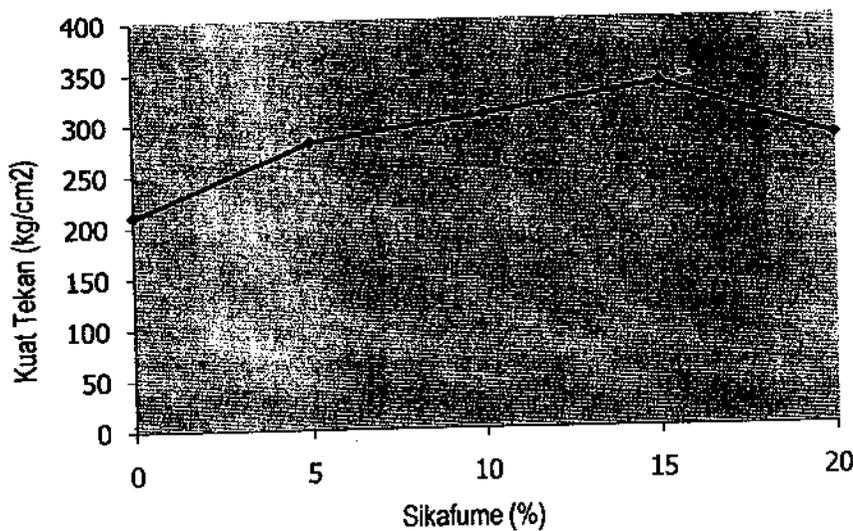
Sikafume (%)	Kuat tekan beton (kg/cm ²) pada umur (hari)			
	3	7	14	28
0	150,14	181,46	182,96	210,13
5	182,21	201,45	262,18	282,44
10	226,72	262,94	291,61	308,21
15	239,93	291,23	323,68	337,63
20	220,69	250,30	275,39	284,06

Kuat tekan beton karakteristik adalah kuat tekan beton berdasarkan hasil pengujian tekan beton terhadap benda uji silinder beton ukuran 15 x 30 cm pada umur 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton maksimal diperoleh terhadap pengujian benda uji pada umur 28 hari, seperti yang dicantumkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kuat tekan beton berdasarkan peresentase sikafume umur 28 hari

Alternatif	Sikafume (%)	Kuat tekan 28 hari (kg/cm ²)
I	0	210,13
II	5	282,44
III	10	308,21
IV	15	337,63
V	20	284,06

Berdasarkan Tabel 2, 3 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan sikafume sebanyak 5, 10, 15, dan 20 persen dapat meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan dengan kekuatan tekan beton tanpa menggunakan bahan tambah sikafume untuk berbagai umur beton.



Gambar 1. Grafik kuat tekan beton terhadap penambahan sikafume

Penambahan 5 persen sikafume dapat meningkatkan kuat tekan 27,52 persen. Kenaikan kuat tekan beton maksimum diperoleh dengan menambah 15 persen sikafume yaitu 64,30 persen.

Pemakaian sikafume yang banyak (20 %) tidak memberikan hasil yang optimal, kenaikan kuat tekan hanya 42,96 persen dimana terjadi penurunan kuat tekan beton sehingga penambahan sikafume yang relatif banyak tidak memberikan hasil yang maksimal

Dari uraian di atas didapat kuat tekan beton maksimum yang dihasilkan penelitian ini yaitu 34 MPa yaitu berdasarkan penambahan mikrosilica jenis sikafume 15 % pada umur beton 28 hari. Berdasarkan uraian kepustakaan dan hasil penelitian ternyata penambahan sikafume dapat

mem
kuatr
kerik
perm
terha

SIMF

Kesir

Berd:

1. K

be

2. Ku

ku

pe

3. Pe

pe

Saran

Untul

mikro

DAFT

Anon

Murde

Nevill

Nevill

Paufu

Susilc

beton
ujian
umur

membuat daerah interfacial zone menjadi lebih baik (bertambahnya kerapatan) yaitu bertambah kuatnya ikatan antara agregat dengan pasta. Dalam hal ini beton yang dibuat dengan material kerikil alami (bentuk permukaan yang licin) dapat ditingkatkan kekuatannya, sehingga kondisi permukaan agregat kasar alami (kerikil alami) bukan merupakan suatu masalah yang berarti terhadap kekuatan beton normal apabila digunakan bahan tambah jenis sikafume.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton yang menggunakan additive jenis sikafume meningkat pada berbagai umur beton
2. Kuat tekan beton maksimal pada umur 28 hari untuk silinder beton 34 MPa atau kuat tekan kubus beton 410 kg/cm² dengan menggunakan kadar semen 370 kg/m³, fas 0,5 dan penambahan sikafume 15 %.
3. Penambahan sikafume dalam jumlah banyak (20 % dari berat semen) ternyata memberikan pengaruh yang kurang memadai terhadap peningkatan kekuatan beton.

Saran

Untuk perencanaan beton mutu tinggi dan beton mutu sangat tinggi dan dipakai bahan tambah mikrosilica jenis sika fume antara 5-15 % dan admixture super plastisizer.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1996, *Annual Book of ASTM Concrete and Mineral Aggregate*, section 4, New York.
- Murdock, L.J., dan K.M. Brook, 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi Ke empat, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Neville . A.M, 1987, *Properties of Concrete*, The English Language Book Society and Pitman, London.
- Neville, A.M., & J. J. Brooks, 1993, *Concrete Technology*, Longman scientific & Technical, New York.
- Paulus N., 1986, *Teknologi Beton dengan Antisipasi terhadap Pedoman Beton 1989*, Penerbit UKP, Surabaya
- Susilo, A.D. (2012), *Efek Penggantian Sebagian Semen dengan Silica Fume terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Ringan*, Jurnal, Eprints Uny.Ac.id diakses tahun 2012.