

MIKRO SILIKA SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Ir. Herri Mahyar MT

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

Abstract

High Quality concrete have used as many last construction material for a number of years by using is assorted of materials add. high Quality concrete classified as concrete with high strength (bigger than 400 singk / cm²). Intention of this research that is to be is optimal of strength depress high quality concrete with materials growing microly of type silica of sikafume. Result of research indicate that by enhancing is micro of type silica of sikafume, strong depress tired concrete 743,10 singk / cm².

Keywords : strong depress concrete, concrete strength high, micro of silica / sikafume.

1. Pendahuluan

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan untuk pembangunan konstruksi seperti struktur bangunan gedung, jalan raya, dermaga, dan berbagai struktur lainnya. Dengan semakin berkembangnya teknologi, maka dibutuhkan kualitas beton yang lebih baik yaitu: lebih kuat dan awet (*durability*). Untuk memperoleh beton yang lebih kuat dan mempunyai daya tahan yang lama dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kuat tekan yaitu dari beton normal menjadi beton dengan kuat tekan tinggi atau sering disebut dengan beton mutu tinggi (*high strength concrete*). Untuk membuat beton mutu tinggi ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu material, proporsi campuran dan proses pengerjaan.

Saat ini pemakaian beton mutu tinggi sebagai bahan konstruksi semakin banyak digunakan oleh beberapa industri jasa konstruksi yaitu untuk beton pracetak seperti: tiang pancang, slab, gelagar jembatan, serta beberapa elemen struktur lainnya. Dengan dipakainya beberapa komponen struktur pracetak beton mutu tinggi maka akan memberikan keuntungan dalam pelaksanaan konstruksi.

Dengan meningkatnya persentase pemakaian beton mutu tinggi pada struktur,

maka selama beberapa tahun terakhir ini telah dikembangkan pula berbagai macam bahan tambah untuk memudahkan dalam pembuatan beton mutu tinggi. Beberapa jenis bahan tambah yang sering digunakan untuk pembuatan beton mutu tinggi yaitu fly ash dan mikrosilika. Pemakaian bahan tambah tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan kekuatan beton, karena bagian kritis dari beton terletak pada daerah *interfacial zone* yaitu antara pasta semen dan pasir dengan agregat kasar.

Selanjutnya pada beton mutu tinggi, workabilitas dari pada beton akan rendah yang disebabkan karena perbandingan air dan semen yang rendah serta adanya reduksi air akibat pemakaian bahan tambah.

Untuk meningkatkan workabilitas pada beton mutu tinggi diperlukan bahan tambah yang lain sejenis super plastisizer yang bertujuan untuk meningkatkan workabilitas atau tingkat kekentalan adukan (*slump*).

Secara umum pemakaian beton mutu tinggi dapat digunakan untuk:

- a. Struktur bangunan air seperti pelabuhan, dam, serta saluran air
- b. Struktur bangunan gedung yaitu balok, kolom, plat lantai, dan pondasi
- c. Pondasi struktur, pondasi mesin, pondasi tangki, bak penampung limbah dan lain-lain.

Hal tersebut disebabkan karena karakteristik beton mutu tinggi dapat memikul beban yang relatif besar dan lebih dinamis serta dapat meningkatkan ketahanan beton terhadap lingkungan yang agresif seperti sulfat dan air laut. Selain dari pada itu beton mutu tinggi ($f'c > 40$ Mpa), mempunyai kepadatan tinggi, susut dan rangkai yang kecil, serta mempunyai ketegaran retak yang tinggi dan mempunyai ketahanan panas yang baik.

Ditinjau dari segi perencanaan dan pelaksanaan, maka perbedaan pokok antara campuran beton normal dengan beton mutu tinggi ini tidak terlalu besar. Namun untuk membuat beton mutu tinggi perlu diperhatikan beberapa hal tentang sifat bahan terutama agregat kasar, rasio air semen (W/C), perbandingan agregat dan semen (A/C), serta kemampuan untuk dikerjakan (*workability*).

Suatu hal yang tidak dapat dihindari bahwa harga beton mutu tinggi lebih mahal dari beton biasa, akan tetapi kenaikan harga tersebut akan lebih kecil bila dibandingkan dengan keuntungan yang dihasilkan oleh beton mutu tinggi.

Dalam penelitian ini bahan tambah yang digunakan yaitu:

- a. Sikafume dengan spesifikasi sebagai berikut:
- b. Bentuk : Bubuk
- c. Warna : abu-abu
- d. Berat jenis : 0,5 kg/L
- e. Kandungan SiO₂ : 96 %
- f. Sikamen sebagai *superplastisizer type high range water reducing (HRWR)* dengan spesifikasi:

Warna	: hitam
Berat jenis	: 1,19 kg/l
Dosis	: 1,5 %

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Klasifikasi Beton Berdasarkan Kekuatan

Berdasarkan kekuatan (Sumardi K, 1998), beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Beton Non Struktural
Beton non struktural yaitu beton yang mempunyai kuat tekan lebih kecil dari 100 kg/cm² ($f'c < 10$ Mpa).

- b. Beton Kuat Tekan Normal (*Normal concrete*)

Beton kuat tekan normal yaitu beton yang mempunyai kuat tekan pada umur 28 hari antara 100 kg/cm² sampai 400 kg/cm² ($10 \text{ Mpa} < f'c < 40 \text{ Mpa}$).

- c. Beton Mutu/Kuat tekan Tinggi (*high strength concrete*)

Beton mutu tinggi yaitu beton dengan kuat tekan pada umur 28 hari berkisar antara 40 Mpa sampai 80 Mpa bahkan kekuatannya mencapai 100 Mpa

2.2 Beton Mutu Tinggi (*High Strength Concrete*)

Beton mutu tinggi didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan di atas 400 kg/cm² atau 40 Mpa (Schacklock, 1986). Sifat campuran beton mutu tinggi, banyak dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain perbandingan air/semen (fas rendah) dan beberapa sifat agregat (kekerasan, berat jenis, dan bentuk).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kuat tekan beton (Paulus N, 1986) antara lain:

1. Kekuatan pasta semen
Kekuatan pasta semen dapat ditingkatkan dengan:
 - a. Mengurangi porositas pasta, yaitu dengan cara mengurangi/memperkecil faktor air semen atau dengan menggunakan *plastisizer/ super plastisizer*.
 - b. Pemakaian bahan tambah (*additives*) seperti mikrosilika atau abu terbang (*fly ash*).
2. Kualitas atau kekuatan agregat, khususnya agregat kasar
3. Kekuatan ikatan/lekatan antara semen dengan agregat, yang dapat dilakukan dengan memakai bahan tambah, (Paulus N, 1986).

Beberapa keuntungan beton mutu tinggi, (Samsu & Sijabat, 1992) yaitu:

- a. Kekuatan lebih tinggi (tekan, tarikbelah, dan lentur)
- b. Modulus elastisitas yang tinggi
- c. Lebih padat, permeabilitas lebih kecil
- d. Lebih tahan terhadap lingkungan yang korosif
- e. Lebih tahan terhadap abrasi
- f. Penggunaan tulangan yang lebih sedikit

Selanjutnya ada beberapa sifat yang kurang menguntungkan pada beton mutu tinggi yaitu:

- Lebih getas
- Memerlukan bahan tambahan
- Pembuatan relatif sukar
- Memerlukan pengawasan yang lebih ketat (pelaksanaan, dan pengecoran)
- Harga lebih mahal

2.3. Sika Fume

Peningkatan mutu beton menjadi beton mutu tinggi, sangat bergantung pada besarnya rasio air semen, dan rasio *sikafume* – semen yang digunakan pada campuran beton. Selanjutnya *sikafume* merupakan produk sampingan dari suatu proses industri silikon metal. Komposisi kimia dari *sika fume* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi bahan *sikafume*

SF	Komposisi bahan							
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	Na ₂ O ₃	H ₂ O
%	0.1-0.6	85-98	0.2-0.6	0,3-1	0.3-3.5	-	0.8-1.8	1.5-3.5

Bila mikrosilika pada umumnya mengandung 92 persen SiO₂ ditambahkan dalam campuran beton, ternyata dapat mengurangi porositas beton dan sekaligus meningkatkan daya lekat antara pasta semen dengan agregat. Dalam hal ini SiO₂ akan bereaksi dengan semen yang mengandung senyawa Ca(OH)₂ sehingga menjadi senyawa 3CaO 2SiO 3 H₂O atau CSH gel yang dapat mengisi celah-celah lemah yang masih terdapat di antara agregat pada campuran klasik yang tidak dapat teratasi oleh pasta semen biasa.

Secara umum berdasarkan hasil penelitian (*Sika Information*) pemakaian *Sikafume* dapat:

- meningkatkan kekuatan beton
- Meningkatkan workabilitas beton (sampai 5%)
- Meningkatkan kepadatan beton
- Meningkatkan keawetan beton
- Meningkatkan ketahanan beton terhadap korosi dan *chlorida*

Berdasarkan kelebihan yang dapat diberikan oleh mikrosilika pada beton (Supartono, 1992), maka mikrosilika baik digunakan untuk:

- Campuran beton mutu tinggi atau sangat tinggi
- Jembatan dan terowongan beton di laut (berdasarkan ketahanan korosi)

- Struktur beton bawah tanah, pondasi beton, bak limbah (berdasarkan ketahanan terhadap sulfat dan *chloride*)

Pada penelitian ini, untuk mendapatkan campuran beton mutu tinggi dicoba pemakaian mikrosilika jenis *silica fume* produksi Sika (PT. Sika Nusa Pratama) dalam bentuk bubuk (*powder*) yang juga mengandung HRWR (*High Range Water Reducer*) di dalamnya.

3. Tujuan Dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan merencanakan beton mutu tinggi untuk diperoleh kuat tekan beton maksimum, dengan menggunakan bahan-bahan berdasarkan material alami yang ada di Lhokseumawe dan bahan tambah *sikafume*. Hasil penelitian ini diharapkan akan diperoleh informasi mengenai desain beton mutu tinggi dengan memakai bahan tambah *sikafume*.

Selanjutnya informasi ini akan dijadikan suatu referensi tentang pengembangan teknologi beton mutu tinggi (optimasi beton mutu tinggi) bagi kalangan akademis dan industri, serta masyarakat pemakai jasa konstruksi di Lhokseumawe, sehingga beton mutu tinggi menjadi prospek yang sangat baik

sebagai material konstruksi pada masa yang akan datang.

4. Metodologi Penelitian

4.1 Sifat Kimiawi Semen

Semen adalah suatu bahan yang terdiri dari senyawa kapur, silikat, serta aluminat, akan membentuk menjadi pasta bila dicampur dengan sejumlah air, dan menjadi bahan pengikat agregat dalam campuran beton.

Adapun komposisi kimiawi semen menurut Neville 1987, adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi kimiawi semen

NO	Komposisi kimia	Persentase
1	CaO	60 – 67
2	SiO ₂	17 – 25
3	Al ₂ O ₃	3 – 8
4	Fe ₂ O ₃	0,5 – 6
5	MgO	0,1 – 4
6	SO ₃	1 – 3
7	K ₂ O dan Na ₂ O	0,2 – 1,3

Untuk penelitian ini digunakan semen tipe I Andalus produksi PT. Semen Andalus Indonesia. Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis semen dengan metode ASTM C 188, maka berat jenis semen tersebut yaitu 3,12 gr/cc.

4.2. Analisa Sifat Fisis Agregat

Kandungan agregat halus dan kasar dalam beton mencapai 65 sampai 85 % yang berfungsi sebagai bahan pengisi. Agar beton yang dihasilkan lebih baik maka agregat yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik pula. Sehingga akan memberikan stabilitas dan keawetan yang tinggi pada beton mutu tinggi.

Untuk penelitian ini digunakan agregat halus / pasir dari krueng tingkem, sedangkan agregat

kasar digunakan batu pecah 5 – 10 mm, dan 10 – 20 mm yang berasal dari pante bahagia.

Selanjutnya kedua jenis agregat tersebut diperiksa sifat-sifat fisisnya yang meliputi:

- Berat volume
- Berat jenis ssd
- Penyerapan
- Analisa saringan
- Kadar air

Hasil dari pemeriksaan sifat fisis pasir dan batu pecah ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Sifat fisis agregat

No	Pemeriksaan	Pasir	Batu pecah
1	Berat isi	1550 kg/m ³	1453,08 kg/m ³
2	BJ SSD	2,66	2,63
3	Penyerapan	1,2 %	0,99 %
4	Kadar air	0,75 %	0,425 %
5	Fine modulus	2,66	6,66 & 5,82

Untuk analisa ayak pasir menunjukkan hasil yang baik yaitu zone 2. Sedangkan untuk gradasi agregat kasar dibagi menjadi dua fraksi yaitu diameter agregat 4,75 – 9,5 mm dan diameter agregat 9,5 – 19,05 mm.

Selanjutnya untuk kedua fraksi tersebut dikombinasikan, dengan komposisi 40 % untuk diameter 4,75- 9,5 mm dengan 60 % diameter agregat 9,5 – 19,05 mm sehingga memenuhi zona yang disarankan.

4.3 Superplastisizer

Superplastisizer yang digunakan untuk penelitian ini yaitu Sikament (tipe *High Range Water reducing/* HRWR), produksi Sika. Dosis yang disarankan yaitu 0,6 sampai 1,5 persen dan jumlah *superplastisizer* yang digunakan untuk campuran ini disesuaikan dengan kondisi campuran sehingga dipakai dosis 1,5 persen dari berat semen.

4.4 Air

Air yang digunakan untuk campuran beton disyaratkan baik, tidak asin dan tidak mengandung zat organik

lain yang dapat mempengaruhi kualitas dari beton. Untuk penelitian ini dipakai aquadest sebagai bahan pencampur.

4.5 Standar Penelitian

Standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- ASTM (American Society for Testing Material) :
- C 39 – 72 Test for compr. Strength of cylindrical concrete
- C 127-84 Test method for spec. gravity and absorbtion of coarse aggregate
- C 128-84 Test method for spec. gravity and absorbtion of fine aggregate
- C 136-84a Standard method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- C 143-78 Test for slump of portland cement concrete
- C 192-81 Making and curing concrete test specimens in lab.

4.5 Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi

Kekuatan beton sangat tergantung pada rasio air semen, dan untuk beton kuat tekan tinggi rasio\air semen diambil lebih rendah dari pada beton biasa (normal). Untuk *trial mix* direncanakan dua nilai w/c yaitu 0,28 dan 0,32. Nilai tersebut merupakan nilai minimum yang kiranya dapat digunakan untuk campuran beton yang baik.

Perbandingan agregat dengan semen (A/C) direncanakan : 3,25 dan 3,5. Sedangkan untuk nilai perbandingan pasir dengan agregat (S/A) yaitu 0,3 untuk campuran beton yang akan dikombinasikan dengan W/C dan A/C. Bahan tambahan *sikafume* yang digunakan dalam campuran beton direncanakan masing-masing 0% 5%, 10% dan 15%.

5. Hasil Dan Pembahasan

5.1 Pengujian Slump

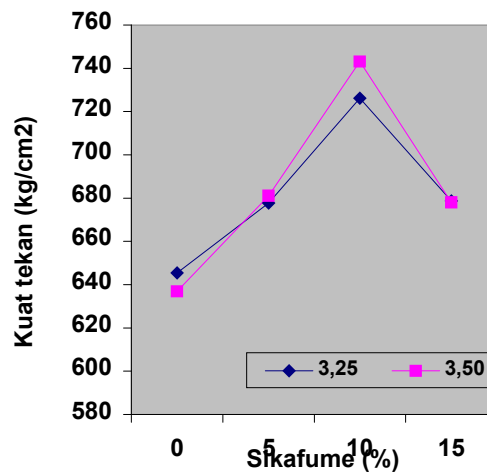
Hasil pembuatan benda uji pertama tanpa pemakaian *sikafume* dan *superplastisizer* ternyata *slump* yang diperoleh relatif kecil yaitu 1 cm. Selanjutnya dilakukan percobaan kedua yaitu dengan menggunakan sika fume 5% tanpa menggunakan *superplastisizer*, dan *slump* yang dihasilkan lebih kecil dari percobaan yang pertama. Untuk memperbesar slump dilakukan percobaan yang ketiga dengan memakai *superplastisizer* sebanyak 1% dan 1,2 %, dan hasil pengujian *slump* diperoleh nilai *slump* yaitu 7,5 cm dan 10 cm.

Ternyatadengan penambahan *superplastisizer* nilai *slump* meningkat, sehingga untuk penelitian ini digunakan *superplastisizer* sebesar 1,5 %. Hasil pengujian *slump* diperoleh nilai *slump* rata-rata 13 cm, sehingga adukan beton segar dianggap cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan.

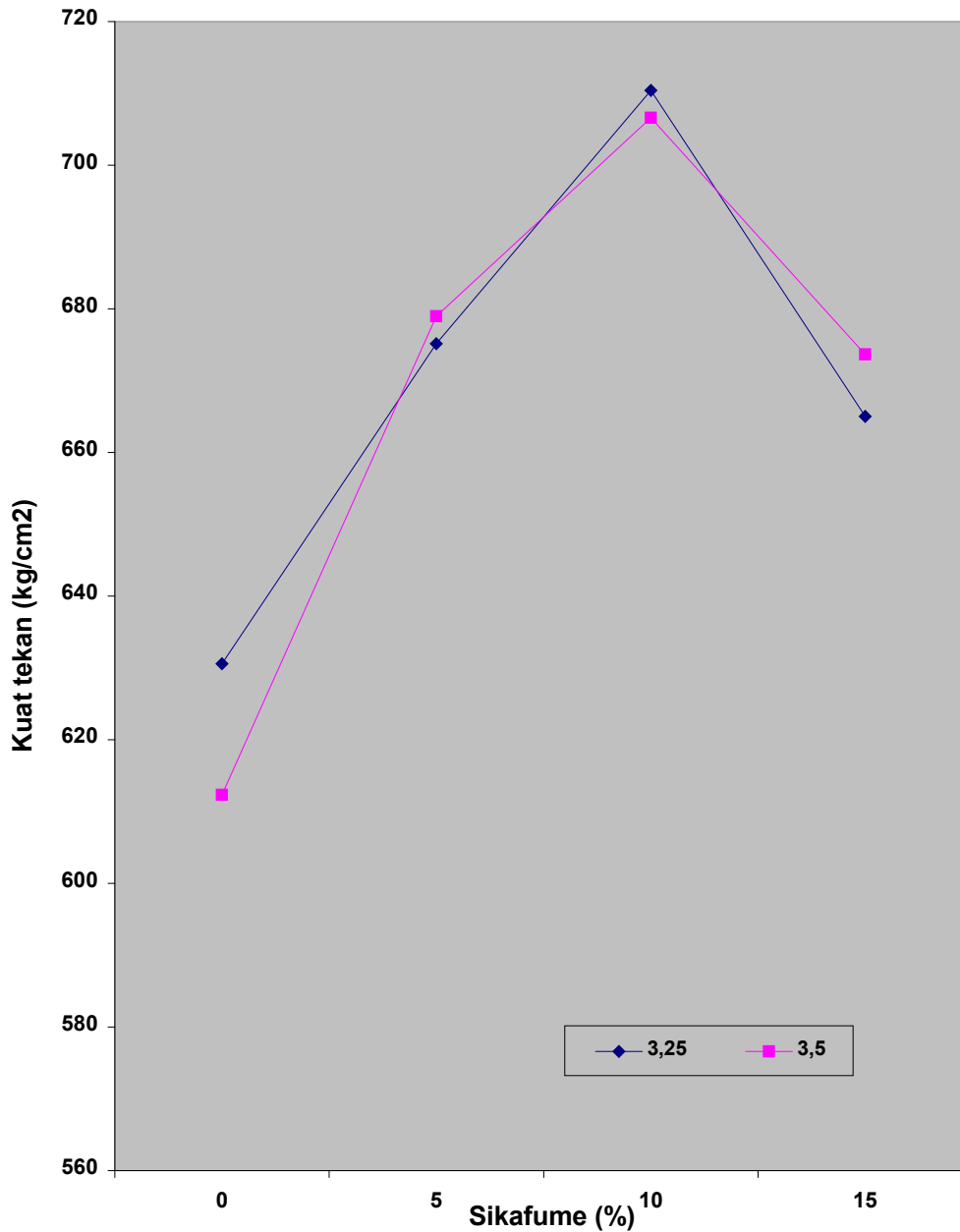
5.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton ditentukan dengan uji tekan terhadap benda uji silinder beton ukuran 100 x 200 mm pada umur beton 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

Grafik kuat tekan beton W/C 0.28



Kuat tekan beton W/C 0,32



Berdasarkan hasil pada grafik kuat tekan beton diperoleh kuat tekan beton maksimum sebesar 743,10 kg/cm², dengan campuran W/C = 0,28; A/C = 3,5; Sikafume 10% dan *superplastisizer* 1,5%

6 Kesimpulan Dan Saran

6.1 Kesimpulan

- Kuat tekan beton tertinggi untuk W/C = 0,28; diperoleh pada A/C = 3,5 serta penambahan sikafume 10 % yaitu 743,10 kg/c

- b. Kuat tekan beton tertinggi untuk W/C = 0,32; diperoleh pada A/C = 3,25, serta penambahan sikafume 10 % yaitu 710,41 kg/cm²
- c. Untuk menghasilkan kuat tekan beton yang tinggi (sekitar 750 kg/cm²) digunakan kadar semen 546 kg, W/C = 0,28 dan 10 % sikafume serta superplastisizer 1,5 %

6.1 Saran

- a. Untuk melengkapi hasil penelitian ini dapat dilakukan penelitian yang lain untuk berbagai W/C dan A/C
- b. Beton mutu tinggi dapat juga dibuat dengan menggunakan bahan tambah yang lain seperti fly ash, sicacrete- HD

Daftar Pustaka

Anonymous, 1986, Annual Book of ASTM, section 4, Volume 04.02, New York.

Burge. A.T., 1992, High Strength Concrete, Makalah, Sika AG. Switzerland

Herri M., 1998, Beton Mutu Tinggi, Modul pelatihan, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

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.

Samsu T. & HR. Sijabat, 1992, Pandangan Terhadap Penelitian Beton Mutu Tinggi di Indonesia, makalah, Puslitbang Pemukiman Departemen pekerjaan Umum, Jakarta

Supartono F.X., Mikrosilika Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran Beton SangatTinggi seminar HAKI 9 Nopember 1992, JakartaSumardi K., 1998, Teknologi Bahan Beton, Politeknik ITB, Bandung.

Paulus N., 1989, Teknologi Beton dengan Antisipasi Terhadap Pedoman Beton 1989, penerbit UKP, surabaya

Raju K. & Suryadi, 1986, Beton Pratekan, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Sika Nusa Pratama PT., 1998, Concrete Admixtures, Medan