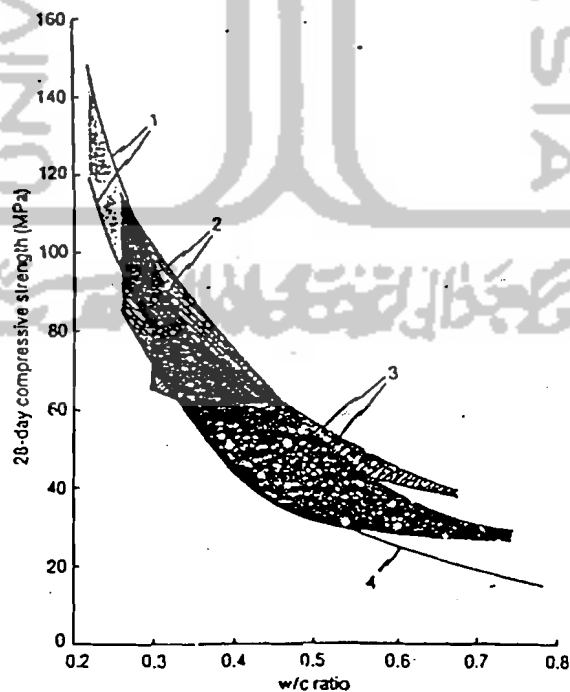


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kuat Beton Kinerja Tinggi

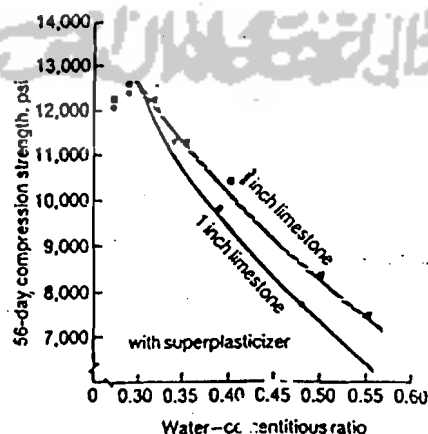
T.H. Wee, M.S. Chin, M.A. Mansur, pada tahun 1996, meneliti tentang pembuatan beton menggunakan bahan tambah *silica fume* dengan faktor air semen (w/c) yang berbeda. Penelitian ini menghasilkan kuat desak beton pada umur 28 hari mencapai 119,9 MPa dengan nilai w/c 0,20, pada w/c 0,3 adalah 85,9 MPa dan pada w/c 0,4 dicapai 70,2 MPa. Hasil dari beberapa penelitian lain tentang pengaruh faktor air semen terhadap beton kinerja tinggi ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Faktor air-semen terhadap kuat tekan  
(Sumber : Shah, 1994)

Pada gambar 2.1 ditunjukkan hubungan kuat tekan yang dapat dicapai pada nilai w/c tertentu, kurva 1 diperoleh dari penelitian Aitcin (1992), kurva 2 dari Fiorato (1989), dan kurva 3 dari Cook (1989), serta sebagai perbandingan kurva 4 merupakan pengaruh w/c pada beton normal menurut CPCA (*Canadian Portland Cement Association*, 1991).

Pada tahun 1990, Aitcin dan Mehta melakukan penelitian tentang beton mutu tinggi dengan empat jenis agregat yang berbeda, penggunaan agregat pecah batuan *diabase* menghasilkan kuat desak yang tinggi. Penelitian Aykut Cetin dan Ramon L. Carrasquillo pada tahun 1998 menghasilkan beberapa kesimpulan antara lain penggunaan agregat pecah dengan diameter butir yang kecil mampu meningkatkan kuat desak. Hasil penelitian Cook, 1989 (dikutip dari Shah, 1994) dengan menggunakan agregat *limestone* diameter 3/8 in dan 1 in pada gambar 2.2, menunjukkan penggunaan agregat dengan ukuran butir lebih kecil menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi pada umur 56 hari untuk berbagai nilai w/c.



**Gambar 2.2 Pengaruh ukuran butir agregat kasar terhadap kuat tekan (Sumber : Shah, 1994)**

Aji Anna Agustiani dan Nanik Sri Bekti, pada tahun 1998 melakukan penelitian tentang pembuatan beton mutu tinggi dengan variasi bahan tambah *fly ash*, *silica fume*, dan *superplasticizer*. Penelitian tersebut menghasilkan penggunaan bahan-tambah *silica fume* dan *fly-ash* secara bersama-sama dengan prosentase masing-masing 50% dari kebutuhan bahan tambah total, mampu menghasilkan kekuatan beton yang lebih tinggi. Pada tahun 1993, Aman Subakti dan Suluh H.S. (dikutip dari Aji Anna, 1998) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kandungan silikat pada *silica fume* mereduksi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , sehingga meningkatkan kekuatan beton.

## 2.2 Ketahanan Beton Kinerja Tinggi

Aman Subakti dan Suluh H.S, pada tahun 1993 menyebutkan bahwa penggunaan *silica fume* pada campuran beton meningkatkan kedap terhadap rembesan air akibat terbentuknya C-H-S (dikutip dari Aji Anna, 1998). Hal ini didukung oleh penelitian Supartono pada tahun 1995, yang menghasilkan penggunaan *silica fume* pada umumnya meningkatkan kedap beton terhadap air dan udara. Peningkatan permeabilitas (kedap) beton akan meningkatkan ketahanan beton terhadap korosi bahan kimia yang dapat merusak beton atau tulangan. Hasil penelitian Safwan A. Khedr dan Ahmed F. Idriss (1995), menunjukkan penggunaan *silica fume* pada campuran beton sebesar 15 % dari kebutuhan semen, mampu meningkatkan ketahanan beton terhadap korosi garam NaCl. Pengaruh penggunaan *silica fume* terhadap permeabilitas beton menurut GjØrv (1983) ditunjukkan pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Pengaruh *silica fume* pada permeabilitas beton  
(Sumber : Shah, 1994)**

<i>Cement</i> (OPC) Lb/yd <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	<i>Silica fume</i> Lb/yd <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	<i>Permeability</i> m/s
168,6 (100)	0 (0)	1,6. 10 <sup>-7</sup>
168,6 (100)	16,9 (10)	4,0. 10 <sup>-10</sup>
168,6 (100)	33,7 (20)	5,7. 10 <sup>-11</sup>
421,5 (250)	0 (0)	4,8. 10 <sup>-11</sup>
421,5 (250)	42,1 (10)	1,8. 10 <sup>-14</sup>

### 2.3 Workabilitas Beton Kinerja Tinggi

Dwi Brhata Aprianto dan Yadi Mulyadi dalam penelitiannya pada tahun 1994, menyebutkan bahwa nilai slump yang tinggi mempermudah pekerjaan beton, namun dapat menurunkan kekuatan beton dan menimbulkan *bleeding*, maka diperlukan bahan-tambah untuk mengurangi kandungan air bebas dalam campuran sehingga dapat meningkatkan workabilitas tanpa mengurangi kekuatan beton.

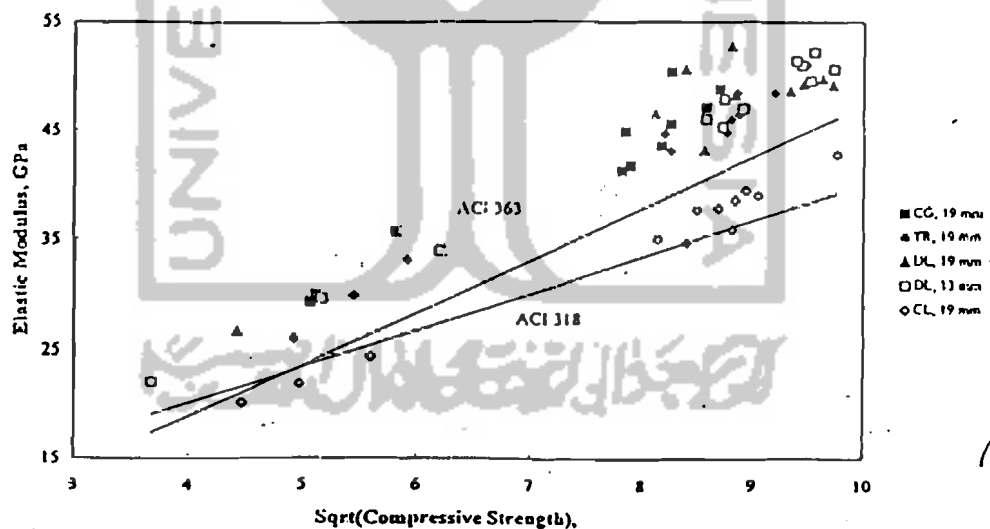
Penelitian Supartono pada tahun 1991, menunjukkan pada bahwa penggunaan *superplasticizer* (Sikament-163) dengan dosis 2% dari kebutuhan air, meningkatkan nilai slump pada kondisi w/c yang rendah (w/c = 0,28) dari slump awal 1,5 cm menjadi slump 18,5 cm, tanpa mengurangi mutu beton. Suwandojo (2000), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa penggunaan *superplasticizer* dapat mengurangi kandungan air sebanyak 30% sampai 35%, tanpa menurunkan workabilitas.

### 2.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton berdasarkan penelitian Aykut Cetin dan Ramon L. Carrasquillo pada tahun 1998, dipengaruhi oleh karakteristik agregat kasar yang

digunakan yaitu jumlah kandungan agregat, tekstur permukaan, dan ukuran butiran, serta umur pasta semen. Aitcin dan Mehta (1990), menyebutkan bahwa penggunaan agregat kasar batuan pecah *diabase* dan *limestone* akan meningkatkan modulus elastisitas beton. Penelitian yang dilakukan Baalbaki pada tahun 1991 (dikutip dari Carrasquillo, 1998), bahwa penggunaan agregat kasar *quartzite* akan meningkatkan modulus elastisitas namun akan mengurangi kuat tekan beton.

Carrasquillo (1998), membandingkan antara modulus elastisitas dari pengujian tegangan-regangan dengan hasil rumus pendekatan ACI 318-89 dan ACI 363-84 untuk berbagai jenis agregat kasar, hasil penelitian tersebut ditunjukkan pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3 Modulus elastisitas terhadap akar kuadrat kuat tekan (Sumber : Carrasquillo, 1998)**

Said Iravani (1996), juga melakukan penelitian dengan membandingkan beberapa rumus pendekatan teoritis untuk nilai modulus elastisitas yang ada. Rumus-rumus pendekatan yang digunakan yaitu ACI 318-89, ACI 363-84, CAN3-A23.3-

M84 dan sebuah persamaan baru. Hasil penelitian tersebut, menunjukkan bahwa terjadi perbedaan antara modulus elastisitas berdasarkan rumus pendekatan teoritis dengan nilai modulus elastisitas berdasarkan pengujian. Nilai modulus elastisitas berdasarkan hasil penelitian cenderung lebih rendah dari modulus elastisitas pendekatan ACI 318-89 dengan batasan mencapai 30%. Moreno, 1990 (dikutip dari Shah, 1994) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa hasil pendekatan modulus elastisitas menurut ACI 318-89 untuk beton berkekuatan sangat tinggi (105 MPa) menjadi *overestimates*.

Pada pelaksanaan di lapangan dapat terjadi kondisi yang berbeda dengan yang direncanakan, hal tersebut dapat mempengaruhi mutu dan sifat beton yang dihasilkan terutama untuk beton cor di tempat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang produksi beton kinerja tinggi yang dilakukan di lapangan untuk kondisi cor di tempat. Penelitian tersebut diharapkan dapat mengetahui pelaksanaan produksi beton kinerja tinggi, faktor yang berpengaruh, dan sifat beton yang dihasilkan seperti slump, kuat tekan dan modulus elastisitas.