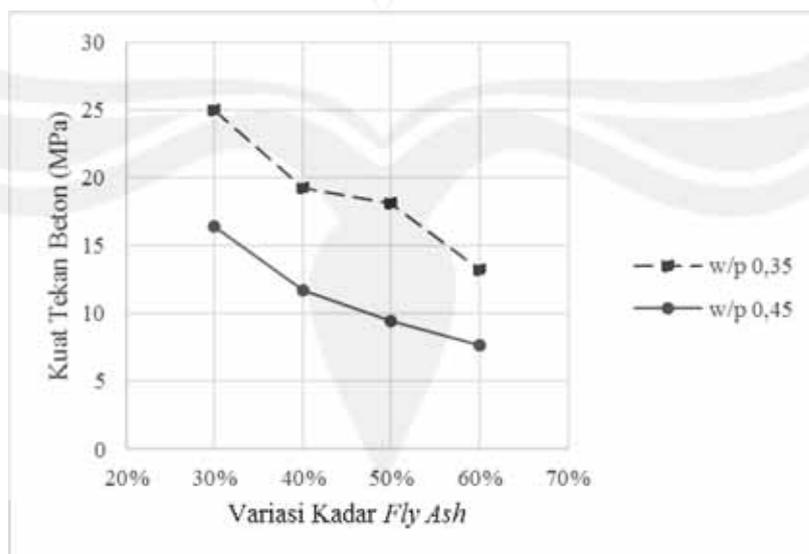


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. High Volume Fly Ash Concrete (HVFAC)

Menurut (Herbudiman dan Akbar, 2015), dalam penelitian berjudul “Kajian Korelasi Rasio-Air-Powder dan Kadar Abu Terbang terhadap Kinerja Beton HVFA” tentang hubungan antara kadar *fly ash* substitusi semen 30%, 40%, 50%, dan 60% dengan rasio-air-powder 0,35 dan 0,45 terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut, yaitu pada kadar *fly ash* 30%, 40%, 50%, dan 60% didapatkan nilai kuat tekan beton pada rasio-air-powder 0,35 berturut-turut adalah 24,99 MPa; 19,22 MPa; 18,16 MPa; dan 13,24 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton pada rasio air-powder 0,45 berturut-turut adalah 16,45 MPa; 11,74 MPa; 9,43 MPa; dan 7,63 MPa. Untuk lebih jelasnya, hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1.



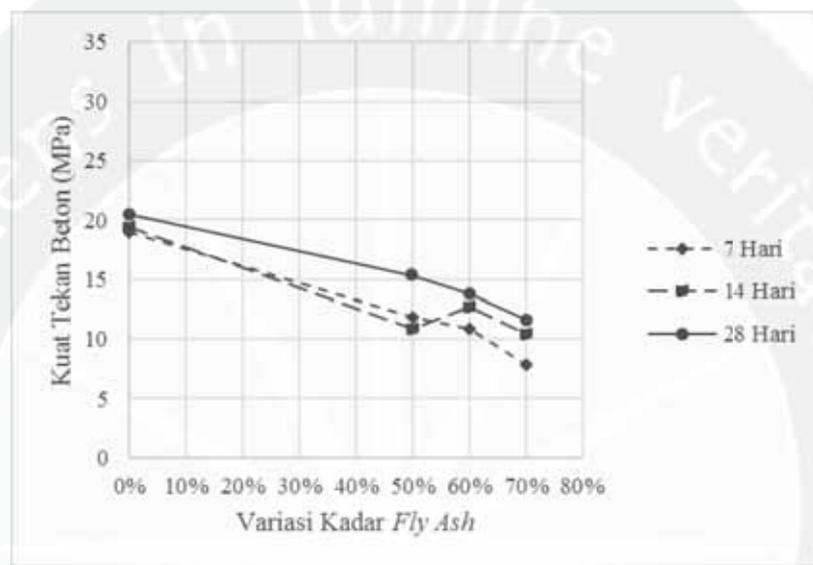
Sumber: Herbudiman dan Akbar, 2015

Gambar 2.1 Hasil Pengujian Variasi Kadar Fly Ash pada Beton HFVA dengan w/p 0,35 dan 0,45

Terdapat penurunan kuat tekan beton yang berkisar antara 23,1% hingga 53,6% untuk setiap penambahan kadar abu terbang 10% pada beton HVFA. Dengan menurunkan rasio-air-powder pada beton HVFA dapat menaikkan kuat tekan beton yang berkisar antara 52% hingga 92,6%. Data tersebut menunjukkan bahwa dengan kadar *fly ash* yang semakin tinggi, beton akan mengalami penurunan kuat tekan, akan tetapi dengan rasio-air-powder yang semakin rendah cenderung meningkatkan kuat tekan beton. Penelitian ini juga mencatat pengaruh durasi perendaman benda uji saat curing beton pada campuran dengan kadar *fly ash* 50% dan rasio-air-powder 0,35. Untuk masa perendaman 27 hari, kekuatan tekan beton rata-rata adalah 18,16 MPa, sedangkan untuk masa perendaman 7 hari, kekuatan tekan beton rata-rata adalah 21,49 MPa. Hasil menunjukkan peningkatan kekuatan beton hingga 18,3%. Data tersebut menunjukkan bahwa kondisi beton yang lebih kering berpotensi meningkatkan kuat tekan beton tersebut.

Menurut Purba (2015), dalam penelitian berjudul “Pengaruh *High Volume Fly Ash Concrete* Substitusi Semen terhadap Kuat Geser Balok” tentang beton HVFA dengan kadar *fly ash* substitusi semen 0%, 50%, 60%, dan 70%. Meski penelitian tersebut lebih ditekankan pada kinerja geser balok, akan tetapi juga dilakukan uji kuat tekan beton pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Beton tersebut menggunakan metode ACI dengan nilai faktor air semen 0,61 dan mutu beton 25 MPa. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* dengan tipe F. Hasil penelitian tersebut, yaitu pada kadar *fly ash* 0%, 50%, 60%, dan 70% umur beton 7 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 18,923 MPa; 11,83

MPa; 10,853 MPa; dan 7,886 MPa, umur beton 14 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 19,433 MPa; 10,9 MPa; 12,698 MPa; dan 10,467 MPa, umur beton 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 20,441 MPa; 15,342 MPa; 13,753 MPa; dan 11,672 MPa. Untuk lebih jelasnya, hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.2.



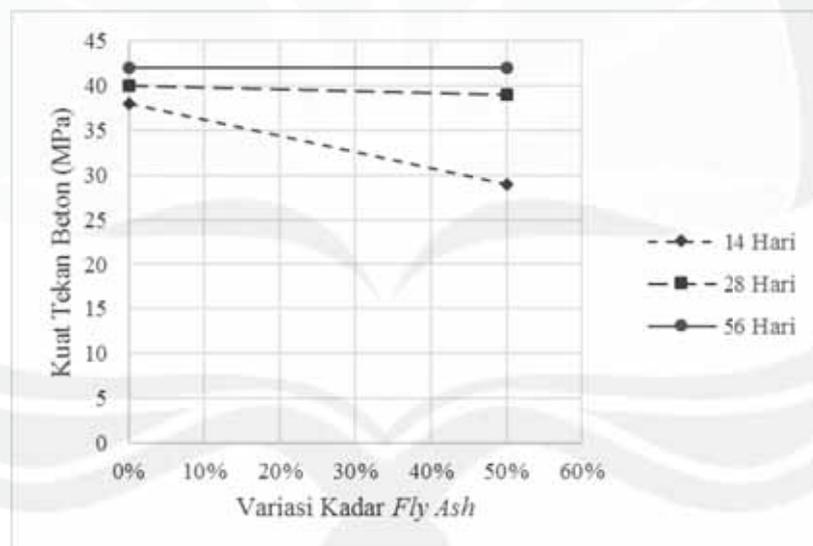
Sumber: Purba, 2015

Gambar 2.2 Hasil Pengujian Variasi Kadar Fly Ash pada Beton HFVA Umur 7 Hari, 14 Hari dan 28 Hari

Belum didapatkan variasi optimum penggunaan kadar *fly ash* pada penelitian ini. Akan tetapi, *fly ash* substitusi semen sebesar 50 % masih dapat digunakan bila dilihat dari sudut pandang ekonomis dan ramah lingkungan. Data tersebut menunjukkan bahwa secara keseluruhan, penggunaan *fly ash* dalam jumlah besar (>50% dari berat semen) mengakibatkan penurunan kuat tekan beton seiring dengan meningkatnya kadar *fly ash*.

Menurut (Prihantoro dan Solikin, 2015), dalam penelitian berjudul “Perkembangan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Teknologi *High Volume Fly Ash Concrete*” tentang beton mutu tinggi dengan kadar *fly ash*

substitusi semen 0% dan 50%. Dalam penelitian ini diuji perkembangan kuat tekan beton *high volume fly ash* pada umur beton 14 hari, 28 hari, dan 56 hari. Mutu beton yang direncanakan adalah 45 MPa menggunakan metode ACI dan menggunakan bahan tambah *superplasticizer* sebanyak 1% dari berat semen. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* dengan tipe F. Hasil penelitian tersebut, yaitu pada kadar *fly ash* 0% dan 50% umur beton 14 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 38 MPa dan 29 MPa, umur beton 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 40 MPa dan 39 MPa, umur beton 56 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 42 MPa dan 42 MPa. Untuk lebih jelasnya, hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.3.



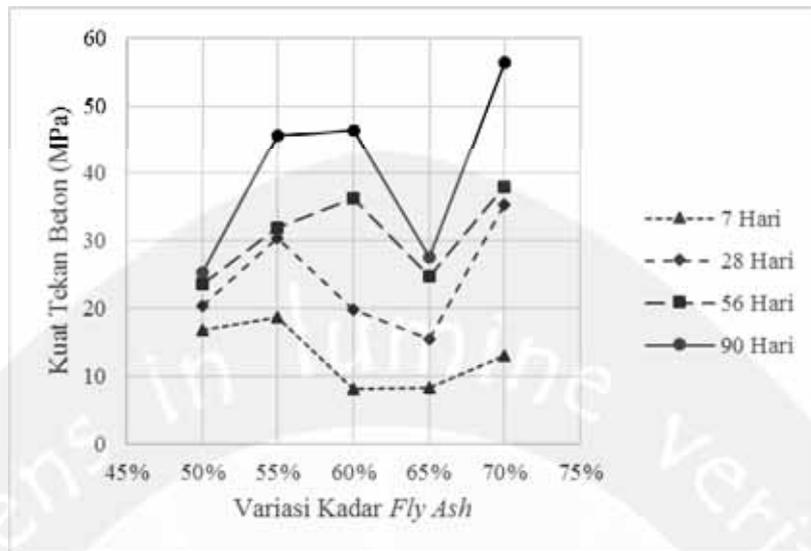
Sumber: Prihantoro dan Solikin, 2015

Gambar 2.3 Hasil Pengujian Variasi Kadar Fly Ash pada Beton HVFA Mutu Tinggi Umur 7 Hari, 14 Hari dan 56 Hari

. Beton HVFA mengalami reaksi ikatan yang lebih lambat dibandingkan dengan beton normal. Pada penelitian tersebut beton HVFA dapat mencapai kuat tekan yang sama dengan beton normal pada umur beton 56 hari, sementara pada umur beton 14 hari terlihat jelas perbedaan kuat tekan antara kedua jenis beton

tersebut. Data tersebut menunjukkan bahwa beton HVFA dalam perkembangannya membutuhkan waktu lebih lama untuk dapat mencapai kuat tekan yang sama dengan beton normal.

Menurut (Ekasanti dkk., 2014), dalam penelitian berjudul “Pengaruh Kadar *Fly Ash* terhadap Kebutuhan Air dan Kuat Tekan *High Volume Fly Ash - Self Compacting Concrete* (HVFA – SCC)” tentang pengaruh kadar *fly ash* 50%, 55%, 60%, 65%, dan 70% dengan jumlah air yang dibutuhkan terhadap sifat segar dan kuat tekan beton HVFA-SCC. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian beton segar dan beton keras. Pengujian beton segar dilakukan dengan 5 (lima) metode, antara lain *flow table test*, *j-ring flow table test*, *l-box test*, *box type test* dan *v-funnel test*. Pengujian beton keras dilakukan terhadap kuat tekan beton pada umur beton 7 hari, 28 hari, 56 hari, dan 90 hari. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* dengan tipe C. Hasil penelitian tersebut, yaitu pada kadar *fly ash* 50%, 55%, 60%, 65%, dan 70% didapatkan jumlah air yang dibutuhkan berturut-turut adalah 216 kg, 190 kg, 172 kg, 152 kg, 132 kg, sedangkan pada umur beton 7 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 16,788 MPa; 18,674 MPa; 8,111 MPa; 8,300 MPa; dan 13,015 MPa, umur beton 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 20,372 MPa; 30,275 MPa; 19,712 MPa; 15,467 MPa; dan 35,274 MPa, umur beton 56 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 23,579 MPa; 31,878 MPa; 36,122 MPa; 24,710 MPa; dan 37,914 MPa, umur beton 90 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 25,276 MPa; 45,648 MPa; 46,403 MPa; 27,540 MPa; dan 56,400 MPa. Untuk lebih jelasnya, hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4.



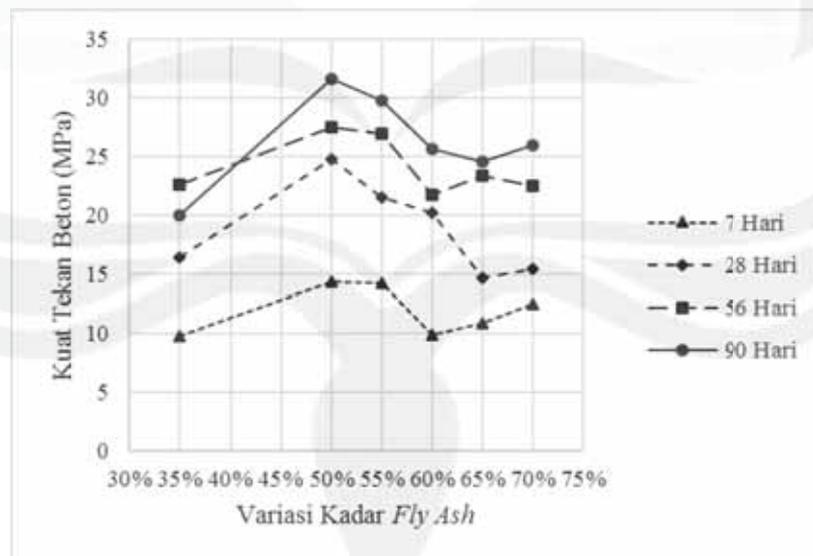
Sumber: Ekasanti, Kristiawan, dan Sunarmasto, 2015

Gambar 2.4 Hasil Pengujian Variasi Kadar Fly Ash pada Beton HVFA–SCC Umur 7 Hari, 28 Hari, 56 Hari dan 90 Hari

Penggunaan air mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar *fly ash* pada beton HVFA - SCC. Hasil optimal yang didapatkan adalah beton HVFA - SCC dengan kadar *fly ash* 70% pada pengujian diatas 28 hari. Data tersebut menunjukkan bahwa dengan kadar *fly ash* yang semakin besar, jumlah air yang dibutuhkan akan semakin kecil, akan tetapi nilai kuat tekan dapat semakin besar ataupun semakin kecil.

Menurut (Putri dkk., 2014), dalam penelitian berjudul “Pengaruh Rasio Semen - *Fly Ash* terhadap Sifat Segar dan Kuat Tekan High Volume *Fly Ash* - *Self Compacting Concrete* (HVFA-SCC)” tentang pengaruh rasio semen – *fly ash* pada beton HVFA dengan kadar *fly ash* 35%, 50%, 55%, 60%, 65%, dan 70% terhadap sifat segar dan kuat tekan beton HVFA-SCC. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian beton segar dan beton keras. Pengujian beton segar dilakukan dengan 5 (lima) metode, antara lain *flow table test*, *j-ring flow table test*, *l-box test*, *box type*

test dan v-funnel test. Pengujian beton keras dilakukan terhadap kuat tekan beton pada umur beton 7 hari, 28 hari, 56 hari, dan 90 hari. Hasil penelitian tersebut, yaitu pada kadar *fly ash* 35%, 50%, 55%, 60%, 65%, dan 70% umur beton 7 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 9,809 MPa; 14,336 MPa; 14,241 MPa; 9,903 MPa; 10,846 MPa; dan 12,449 MPa, umur beton 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 16,411 MPa; 24,805 MPa; 21,504 MPa; 20,183 MPa; 14,713 MPa; dan 15,468 MPa, umur beton 56 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 22,635 MPa; 27,540 MPa; 26,974 MPa; 21,787 MPa; 23,390 MPa; dan 22,447 MPa, umur beton 90 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut adalah 19,995 MPa; 31,595 MPa; 29,803 MPa; 25,653 MPa; 24,522 MPa; dan 26,031 MPa. Untuk lebih jelasnya, hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.5.



Sumber: Putri, Kristiawan, dan Sunarmasto, 2015

Gambar 2.5 Hasil Pengujian Variasi Kadar Fly Ash pada Beton HVFA–SCC Umur 7 Hari, 28 Hari, 56 Hari dan 90 Hari

Hasil optimal yang didapatkan adalah beton HVFA-SCC dengan kadar *fly ash* 50% pada setiap umur beton. Beton HVFA pada umur beton 7 hari memiliki

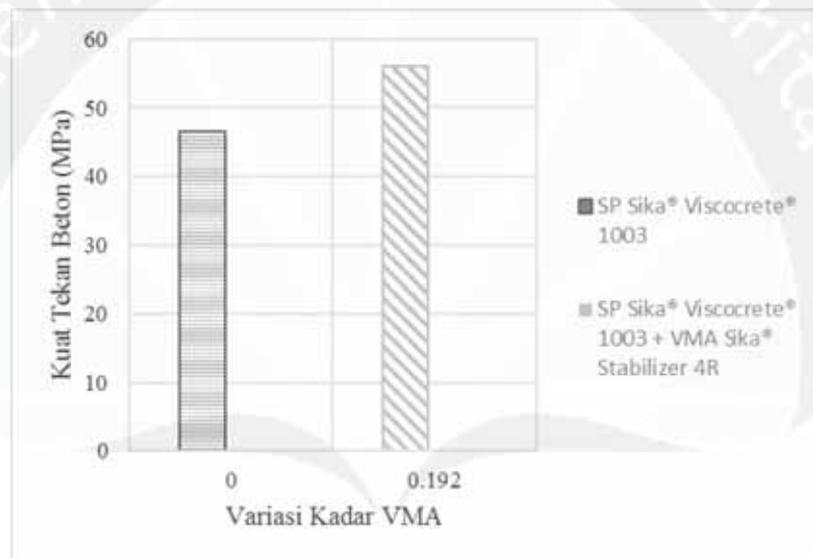
nilai kuat tekan yang rendah, akan tetapi beton HVFA pada umur beton 90 hari, nilai kuat tekan dapat meningkat 100% dari kekuatan awal beton tersebut. Data tersebut menunjukkan bahwa beton HVFA memiliki kekuatan awal yang rendah, akan tetapi nilai tersebut dapat meningkat secara signifikan hingga 100% pada kekuatan akhirnya.

Menurut Solikin (2012), dalam penelitian berjudul “Upaya Meningkatkan Performa *High Volume Fly Ash Concrete* sebagai Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan: Sebuah Kajian Literatur” tentang serangkaian kajian literatur mengenai teknologi *high volume fly ash concrete* dan upaya meningkatkan performa serta mengatasi lambatnya perkembangan kuat tekan beton tersebut. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi *high volume fly ash concrete* mendukung upaya penurunan jumlah emisi gas CO₂ ke atmosfer yang dihasilkan dari proses pembakaran dalam pembuatan semen dan mengatasi masalah limbah batu bara yang dihasilkan PLTU. Peningkatan performa beton HFVA dapat dilakukan dengan cara penggunaan *water/binder* rasio yang rendah ($\leq 0,4$) pada *mix design*, penghalusan dan pemilihan partikel *fly ash* yang lebih kecil (± 10 mikron), pemakaian kapur (Ca(OH)₂) untuk meningkatkan kecepatan reaksi *binder*, dan perawatan beton pada suhu tinggi (*elevated curing temperature*) untuk mendapat kuat tekan yang lebih tinggi.

2.2. Superplasticizer

Menurut (Pangestu dkk., 2015), dalam penelitian berjudul “Pengaruh Penggunaan Kombinasi *Viscosity Modifying Admixtures* dan *Superplasticizer*

terhadap Rheologi Mortar dan Beton *Self Compacting Concrete*” tentang bahan tambah *viscosity modifying admixtures* Sika® Stabilizer 4R dan *superplasticizer* Sika® Viscocrete® - 1003. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton SCC dengan kadar *superplasticizer* 1,3% pada kadar *viscosity modifying admixtures* 0% dan 0,192%. Hasil penelitian tersebut berturut-turut adalah 46,5 MPa dan 56 MPa. Untuk lebih jelasnya, hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6.



Sumber: Pangestu, Sim, dan Hardjito, 2015

Gambar 2.6 Hasil Pengujian Variasi Kadar *Viscosity Modifying Admixtures* dengan *Superplasticizer* pada beton SCC

Data tersebut menunjukkan bahwa dengan kombinasi penambahan *viscosity modifying admixtures* Sika® Stabilizer 4R dan *superplasticizer* Sika® Viscocrete® - 1003 dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Menurut (Antoni dan Sugiharto, 2007), dalam penelitian berjudul “Kompatibilitas antara *Superplasticizer* Tipe *Polycarboxylate* dan *Naphthalene* dengan Semen Lokal” tentang perbandingan antara *superplasticizer polycarboxylate ethers* (tipe P) dan *sulphonate naphthalene formaldehyde*

condensates (tipe N). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *superplasticizer* tipe P lebih kompatibel dengan semen lokal, dikarenakan *superplasticizer* tipe N memiliki pengaruh yang terlalu signifikan dan sering menyebabkan *slump lost* awal. Selain itu, *flowability* dan *retention* yang tampak juga terlihat lebih baik pada tipe P dibandingkan dengan tipe N. Dosis tinggi pada tipe N menyebabkan mortar kehilangan kekuatan akhir, sedangkan pada tipe P hanya berpengaruh pada kekuatan awal, akan tetapi tidak pada kekuatan akhir.

