

**PENGARUH VARIASI PROPORSI CAMPURAN DAN PENAMBAHAN
SUPERPLASTICIZER TERHADAP SLUMP, BERAT ISI DAN KUAT TEKAN
BETON RINGAN STRUKTURAL BERAGREGAT BATUAN ANDESIT
PIROKSEN**

**Hendro Suseno, Edhi Wahyuni S dan Budi Hariono
Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jl. Mayjen Haryono 147 Malang**

ABSTRAK

Penggunaan beton ringan struktural untuk elemen-elemen struktur bangunan semakin berkembang pesat. Hal ini disebabkan oleh kuat tekan beton ringan yang cukup tinggi namun mempunyai berat isi yang rendah. Unsur pokok dari beton ringan adalah agregat yang berupa agregat ringan. Batuan *Andesit Piroksen* adalah batuan yang memiliki rongga yang cukup banyak sehingga bisa diklasifikasikan sebagai agregat ringan. Penambahan *superplasticizer* akan mengakibatkan kebutuhan air untuk reaksi hidrasi beton dengan agregat yang bersifat porous akan tetap namun kemudahan pengerjaan beton akan tetap baik. Pada proporsi tertentu, *superplasticizer* akan mendispersi semen menjadi lebih merata sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* terhadap nilai slump, berat isi dan kuat tekan beton ringan beragregat batuan Andesit Piroksen. Dengan *admixture superplasticizer* yang berfungsi sebagai *water reducer* diharapkan kuat tekan beton ringan dapat ditingkatkan dengan mengurangi rasio air semen. .

Dari hasil analisis varian dua arah menggunakan SPSS didapatkan bahwa interaksi antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* hanya berpengaruh terhadap kuat tekan beton ringan. Kuat tekan beton ringan maksimum diperoleh pada campuran dengan kadar semen yang tinggi. Penambahan *superplasticizer* dengan dosis yang tepat juga akan memberikan hasil kuat tekan yang tinggi pula, namun jika dosis yang diberikan melebihi dosis yang telah ditentukan kuat tekan beton akan mengalami penurunan. Nilai slump pada penelitian ini hanya dipengaruhi oleh variasi *superplasticizer*. Semakin besar penambahan *superplasticizer* akan memberikan nilai slump yang tinggi. Untuk berat isi beton ringan hanya dipengaruhi oleh variasi proporsi campuran. Pada campuran dengan perbandingan agregat halus dan agregat kasar sama nilai berat isi beton ringan akan tinggi bila kadar semen pada campuran tersebut tinggi.

Kata Kunci : beton ringan, *superplasticizer*, berat isi, kuat tekan

PENDAHULUAN

Penelitian-penelitian beton yang dilakukan saat ini adalah usaha untuk meningkatkan dan memperbaiki mutu beton serta menyelidiki sifat-sifat beton yang belum terungkap sebelumnya. Penelitian tersebut akan mampu menghasilkan beton dengan kualitas yang tinggi baik dari segi kekuatan maupun berat volume beton

sendiri. Bentuk penelitian yang bisa dilakukan yaitu dengan menggunakan agregat ringan, memberikan bahan tambahan campuran (*admixture*) pada beton dan masih banyak lagi usaha yang lain.

Untuk memperkecil berat sendiri beton, salah satu caranya yaitu dengan menggunakan agregat yang

dapat membuat berat beton menjadi ringan. Pemakaian batu *Andesit Piroksen* untuk menggantikan batu pecah sebagai agregat kasar diharapkan dapat dipakai sebagai agregat ringan dalam campuran beton. Hal ini dimungkinkan karena batu *Andesit Piroksen* tampak kompak tapi lebih ringan dari batu pecah. Oleh karena itu penggunaan *Andesit Piroksen* sebagai agregat kasar dalam campuran beton perlu diteliti agar dapat diketahui kekuatan beton yang dihasilkannya.

Penggunaan *admixture* dalam campuran beton juga dapat menambah nilai kuat tekan beton. Salah satu *admixture* yang bisa dipergunakan adalah *superplasticizer* yang berfungsi sebagai *water reducer*. Penambahan *admixture* ini mengakibatkan kebutuhan air untuk reaksi hidrasi beton dengan agregat yang bersifat porous akan tetap namun kemudahan pengerjaan (*workabilitas*) beton akan tetap baik. Pada proporsi tertentu

superplasticizer akan mendispersi semen menjadi lebih merata, sehingga akan menghasilkan reaksi hidrasi yang lebih sempurna. Reaksi ini akan membuat gel menjadi lebih kompak dan padat sehingga daya ikat campuran menjadi lebih kuat dan meningkatkan kekuatan beton yang dihasilkan. Penambahan *superplasticizer* yang melebihi dosis optimal akan menyebabkan semen terdispersi ke segala arah dan menghasilkan gel yang tidak kompak sehingga daya ikat gel tidak sempurna. Hal ini menyebabkan terjadinya segregasi dan menurunkan kuat tekan beton yang dihasilkan.

Berdasarkan masalah-masalah diatas maka peneliti ingin mencoba untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi proporsi campuran dan penambahan *superplasticizer* dalam campuran beton terhadap nilai slump, berat isi serta kuat tekan beton ringan.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai bahan pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus dan kadang-kadang ditambahkan bahan tambahan campuran (*admixture*) bila diperlukan. Beton dapat dikelompokkan berdasar kekuatan tekan karakteristik yang mana kekuatan beton sangat bergantung pada bahan pembuat beton sendiri. Faktor air semen, proporsi campuran, gradasi butiran agregat, serta pelaksanaan pekerjaan di lapangan juga sangat menentukan mutu dan kekuatan beton. (Aman Subakti, 1994).

Beton terdiri dari 3 unsur utama, yaitu semen, agregat dan air. Semen jika bercampur dengan air akan membentuk pasta semen yang mempunyai fungsi mengikat agregat halus dan kasar. Rongga di antara bahan-bahan kasar akan diisi oleh batuan yang lebih halus. Pada saat campuran mengeras akan membentuk suatu bahan yang padat, keran dan tahan lama. (McGregor, 1997).

Agregat didapat dari beberapa jenis bahan yang umumnya menggunakan bahan alami seperti batu. Agregat dibagi menjadi agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dan agregat halus (pasir), demikian juga semen dibagi menjadi beberapa jenis yang dibedakan dari unsur-unsur kimia

yang terkandung didalamnya. (Aman Subakti, 1994).

Beton Ringan

Beton ringan struktur adalah beton yang mempunyai berat volume kurang dari $1,9 \text{ ton/m}^3$. Beton ini dapat dihasilkan dari penggunaan agregat ringan yang mempunyai berat isi kering gembur maksimum 1100 kg/m^3 . (Anonimous, 1991).

Secara ekonomi harga beton ringan per m^3 akan lebih mahal dan harga ini bisa mencapai sekitar 20% lebih mahal bila dibandingkan dengan harga beton normal. Hal ini disebabkan oleh konsumsi semen portland yang lebih

banyak untuk mencapai kekuatan yang sama selain harga agregat ringan buatan yang memerlukan teknologi pembuatan yang lebih mahal. Namun bila ditinjau dari harga keseluruhan konstruksi, penggunaan beton ringan ini akan lebih murah karena dengan lebih rendahnya berat isi maka beban mati akan kecil sehingga akan mengurangi dimensi penampang maupun pembesian. Begitu pula harga pengerjaan maupun pencetakan akan lebih murah dan tentunya sampai pada dimensi kolom maupun pondasi yang juga menjadi lebih kecil. (Robinson, et al., 1993; McGregor, 1997).

Tabel 1. Sifat-Sifat Beton Ringan Dari Tipe yang Berbeda

| Type of Lightweight Concrete | Type of Aggregate | Density of Aggregate (kg/m^3) ^a | Cube Crushing Strength at 28 days (MPa) ^a | Density of Concrete (kg/m^3) ^a |
|---|----------------------------------|---|--|--|
| Aerated concrete | - | - | 1.4-4.8 | 400-600 |
| Partially compacted | Expanded vermiculite and perlite | 64-240 | 0.5-3.4 | 400-1120 |
| | Pumice | 480-880 | 1.4-3.8 | 720-1120 |
| | Foamed slag | 480-960 | 1.4-5.5 | 960-1520 |
| | Sintered pulverized – fuel ash | 640-960 | 2.8-6.9 | 1120-1280 |
| | Expanded clay or shale | 560-1040 720-1040 | 5.5-8.3 2.1-6.9 | 960-1200 720-1520 |
| No-fines concrete | Natural aggregate | 1360-1600 | 4.1-13.8 | 1600-1920 |
| | Lightweight aggregate | 480-1040 | 2.8-6.9 | 880-1200 |
| Structural lightweight aggregate concrete | Foamed slag | 480-960 | 10.3-41.4 | 1680-2080 ^b |
| | Sintered pulverized – fuel ash | 680-960 | 13.8-41.4 | 1360-1760 ^b |
| | Expanded clay or shale | 560-1040 | 13.8-41.4 | 1360-1840 ^b |

$$^a \text{kg/m}^3 \times 0.062 = \text{lb/ft}^3; ^b \text{MPa} \times 145 = \text{lb/in}^2$$

Sumber : Aman Subakti, 1994.

Batuan Andesit Piroksen

Batuan Andesit merupakan jenis batuan beku luar, hasil pembekuan magma yang bersifat intermedier sampai

basa di permukaan bumi. Jenis batuan ini bertekstur porfiritik afanitik, komposisi mineral utama jenis plagioklas, mineral mefik adalah piroksen dan amfibol

sedang mineral tambahan adalah apatit dan zirkon. Jenis batuan ini berwarna gelap umumnya abu-abu sampai hitam, tahan terhadap air hujan, berat jenis 2,3 – 2,7, dan memiliki kuat tekan 600 – 2400 kg/cm². Dijumpai sebagai retas, sill, lakolit, aliran permukaan atau sebagai fragmen dan lahar gunung api ataupun fragmen breksi. (Sukandarrumidi, 1999).

Batuan *Andesit Piroksen* adalah batuan beku ekstrusi yang terbentuk dari hasil pembekuan lava pada saat letusan gunung berapi di luar perut bumi. Ciri pokok batuan ini adalah berwarna hitam atau gelap dan putih kecoklatan atau terang, jauh lebih getas atau *brittle* bila dibanding dengan batuan lain, porositas yang cukup dominan sehingga lebih ringan, permukaan yang keras, tajam dan cepat kering. Batuan ini banyak sekali terdapat di daerah aliran lava gunung-gunung berapi yang masih aktif, di Jawa Timur misalnya, batuan ini tersedia melimpah di aliran-aliran lava gunung Kelud dan Semeru. (Hendro Suseno, et al., 2006).

Pemanfaatan batuan ini hanyalah terbatas untuk keperluan-keperluan konvensional, yaitu untuk bahan urugan dan bahan bangunan rumah-rumah sederhana di pedesaan. Pemanfaatan yang lain adalah untuk patung-patung hiasan karena kekerasannya yang cukup rendah sehingga mudah sekali dibentuk maupun dipahat, untuk itu di zaman kerajaan Jawa kuno batuan ini banyak sekali dipakai untuk bahan bangunan candi-candi. Pemanfaatan yang mungkin lebih mahal atau lebih canggih sampai sekarang belum dilaksanakan sehingga sangat disayangkan mengingat depositnya yang melimpah sehingga harganya jauh lebih murah dibandingkan dengan agregat ringan buatan. (Hendro Suseno, et al., 2006).

Superplasticizer

Superplasticizers merupakan bahan tambahan baru yang dapat disebut

sebagai bahan tambahan kimia pengurang air. Bahan ini menambah kelecakan dari campuran dan digunakan terutama untuk beton mutu tinggi, karena dapat mengurangi air sampai 30%. Ada tiga jenis *Superplasticizers* berdasarkan kandungan klorida, diantaranya : (Paulus Nugraha, 1989).

1. Kondensasi sulfonat melamin formaldehid dengan kandungan klorida sebesar 0.005%
2. Sulfonat naftalin formaldehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan.
3. Modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida.

Ketiga jenis bahan tambahan ini dibuat dari sulfonat organik dan disebut *superplasticizers* karena bahan ini dapat banyak mengurangi air pada campuran beton. Dosis yang disarankan adalah 1-2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan bisa mengakibatkan berkurangnya kekuatan beton. (Nawi, 1998).

Beton Dengan Tambahan Superplasticizer

Beton dengan tambahan *superplasticizer* memberikan beberapa sifat khusus dibandingkan dengan beton tanpa tambahan *admixture* ini. *Superplasticizer* sebagai *water reducer* dalam campuran akan menghasilkan beton yang mempunyai workabilitas serta kuat tekan yang lebih tinggi. Peningkatan workabilitas pada campuran beton diakibatkan oleh bentuk *admixture* ini adalah cair. Semakin besar penambahan *superplasticizer* maka workabilitas campuran beton akan semakin meningkat. Peningkatan workabilitas ini ditunjukkan dengan nilai slump yang semakin tinggi. Kuat tekan beton akan meningkat dengan penambahan *superplasticizer* pada dosis yang tepat. *Superplasticizer* akan menyebabkan semen terdispersi lebih merata dan menghasilkan reaksi hidrasi yang lebih

sempurna sehingga kuat tekan yang dihasilkan akan mengalami peningkatan. (Fadjar Rachmawan, 1996).

udara persatuan isi. Berat isi beton dihitung menurut rumus : (Anonimous, 1994).

Berat Isi Beton

Berat isi beton ringan struktural adalah berat beton ringan keras kering

B_{lk} = berat isi beton ringan keras

$B_{k,u}$ = berat benda uji silinder beton umur 28 hari, dalam keadaan kering udara (kg)

$B_{k,p}$ = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh setelah umur 24 jam (kg)

B_a = berat benda uji silinder beton dalam air (kg)

$$B_{lk} = \frac{B_{k,u} \times 1000}{B_{k,p} - B_a} \quad (\text{kg} / \text{m}^3)$$

Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton, seperti terlihat pada Gambar 1. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu

jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam pengerasan beton; kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan. (Wang & Salmon, 1994).

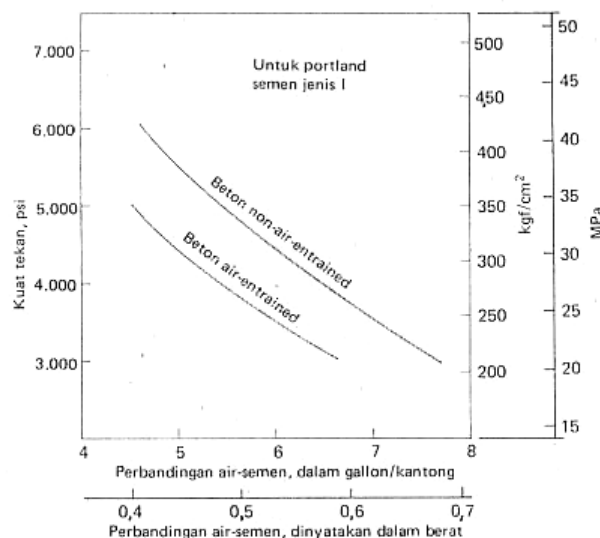
Perhitungan kuat tekan beton dilakukan dengan rumus : (Anonimous, 1989).

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \text{kg} / \text{cm}^2$$

$f'c$ = kuat tekan beton

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)



Gambar 1. Perbandingan kuat tekan dengan air semen.

Sumber : Wang & Salmon, 1994

Hipotesis Penelitian

Diduga variasi proporsi campuran serta variasi penambahan *superplasticizer* pada

campuran beton ringan akan memberikan pengaruh terhadap nilai slump, berat isi serta kuat tekan beton.

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Benda uji yang berbentuk silinder terdiri dari 25 kelompok perlakuan dengan 5 variasi perbandingan semen dan agregat dan 5 variasi prosentase *Superplasticizer*. Faktor air semen yang digunakan untuk semua benda uji adalah sama yaitu 0,45. Perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar yang digunakan adalah 1,25 : 1,00.

Jadi jumlah total benda uji untuk 5 variasi perbandingan semen dan agregat dan 5 variasi prosentase *Superplasticizer* adalah 100 benda uji. Pengujian silinder beton dilakukan sesuai dengan standart SNI dengan menggunakan alat mesin uji tekan. Rancangan pembuatan benda uji dibuat dengan model rancangan acak lengkap, selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Rancangan Pembuatan Benda Uji

| No | Proporsi Campuran | Prosentase <i>Superplasticizer</i> | | | | |
|----|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 % | 0,4 % | 0,8 % | 1,2 % | 1,6 % |
| 1 | 1 : 3,50 | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x |
| 2 | 1 : 3,75 | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x |
| 3 | 1 : 4,00 | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x |
| 4 | 1 : 4,25 | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x |
| 5 | 1 : 4,50 | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x | 4 x |

Variabel Penelitian

a. Variabel bebas, adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti, mengikuti aturan yang sering digunakan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *Superplasticizer*.

b. Variabel tak bebas adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah nilai slump, berat isi serta kuat tekan beton.

PEMBAHASAN

Pemeriksaan Berat Isi Beton

Berat isi beton ringan struktural adalah berat beton keras kering udara persatuan isi. Pengujian berat isi beton ringan dilakukan dengan standart Pengujian Berat Isi Beton Ringan Struktural (SNI 03-3402-1994). Pengujian berat isi beton dilakukan dalam dua tahap. Tahap yang pertama dilakukan pada saat benda uji berumur 24

jam. Setelah benda uji dikeluarkan dari cetakan, benda uji ditimbang beratnya. Berat ini adalah berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (Bk,p). Selanjutnya benda uji ditimbang di dalam air, yang kemudian disebut berat dalam air (Ba). Tahap yang kedua dilakukan pada saat benda uji telah berumur 28 hari. Setelah mengalami perawatan yang sempurna, kandungan air benda uji pada

saat berumur 28 hari sebagian besar akan hilang. Pada saat ini berat benda uji ditimbang, berat ini dinamakan berat kering udara (Bk,u). Perhitungan berat isi beton ringan terdapat pada lampiran 9.

Hasil pemeriksaan berat isi rata-rata beton ringan dengan variasi proporsi campuran dan variasi penambahan superplasticizer ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Berat Isi Beton Ringan (kg/m^3)

| Proporsi Campuran | No. Ulangan | Prosentase Superplasticizer | | | | |
|-------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 0% | 0,4 % | 0,8 % | 1,2 % | 1,6 % |
| 1 : 3,50 | 1 | 1901.316 | 1892.02 | 1914.131 | 1917.818 | 1898.561 |
| | 2 | 1928.056 | 1911.284 | 1893.710 | 1889.457 | 1916.497 |
| | 3 | 1903.933 | 1908.603 | 1901.466 | 1927.410 | 1907.165 |
| | 4 | 1910.681 | 1904.397 | 1917.844 | 1896.583 | 1914.091 |
| | Rata-rata | 1910.996 | 1904.076 | 1906.788 | 1907.205 | 1909.079 |
| 1 : 3,75 | 1 | 1914.382 | 1882.107 | 1916.838 | 1907.366 | 1889.070 |
| | 2 | 1927.406 | 1920.53 | 1894.397 | 1909.644 | 1912.320 |
| | 3 | 1888.889 | 1896.911 | 1904.079 | 1914.333 | 1923.795 |
| | 4 | 1905.905 | 1913.858 | 1907.742 | 1897.479 | 1908.578 |
| | Rata-rata | 1909.145 | 1903.352 | 1905.764 | 1907.817 | 1908.441 |
| 1 : 4,00 | 1 | 1908.119 | 1924.596 | 1917.403 | 1901.111 | 1886.847 |
| | 2 | 1900.533 | 1887.245 | 1895.032 | 1895.080 | 1910.154 |
| | 3 | 1918.878 | 1893.386 | 1905.611 | 1917.127 | 1897.711 |
| | 4 | 1895.795 | 1901.078 | 1898.644 | 1913.944 | 1924.427 |
| | Rata-rata | 1905.831 | 1901.576 | 1904.172 | 1906.816 | 1904.785 |
| 1 : 4,25 | 1 | 1909.793 | 1913.777 | 1913.883 | 1905.011 | 1903.724 |
| | 2 | 1893.974 | 1881.124 | 1889.335 | 1887.891 | 1888.868 |
| | 3 | 1887.826 | 1896.851 | 1888.621 | 1893.897 | 1898.042 |
| | 4 | 1921.013 | 1900.973 | 1897.412 | 1918.029 | 1894.423 |
| | Rata-rata | 1903.151 | 1898.181 | 1897.313 | 1901.207 | 1896.264 |
| 1 : 4,50 | 1 | 1905.039 | 1888.615 | 1894.270 | 1898.102 | 1890.634 |
| | 2 | 1889.767 | 1904.323 | 1897.417 | 1904.156 | 1889.554 |
| | 3 | 1887.127 | 1911.922 | 1894.389 | 1911.973 | 1901.359 |
| | 4 | 1885.936 | 1887.175 | 1898.675 | 1889.011 | 1894.046 |
| | Rata-rata | 1891.967 | 1898.009 | 1896.188 | 1900.810 | 1893.898 |

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Setelah benda uji sudah berumur 28 hari dan sudah ditimbang beratnya, benda uji tersebut diuji tekan dengan alat yang disebut *Compression Testing*

Machine. Pengujian kuat tekan beton dilakukan sesuai dengan standart Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI M-14-1989-F). Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda uji secara sentris pada

alat uji tekan dan memberikan beban pada benda uji hingga hancur. Perhitungan uji kuat tekan hancur silinder beton ringan terdapat pada lampiran 10.

Hasil pemeriksaan kuat tekan beton ringan dengan variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton Ringan (MPa)

| Proporsi Campuran | No. Ulangan | Prosentase Superplasticizer | | | | |
|-------------------|------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 0% | 0,4 % | 0,8 % | 1,2 % | 1,6 % |
| 1 : 3,50 | 1 | 20.2587 | 21.3904 | 23.1447 | 21.1641 | 20.5982 |
| | 2 | 20.3152 | 20.2587 | 21.1641 | 19.1269 | 18.0517 |
| | 3 | 19.6928 | 20.0323 | 22.6920 | 20.7679 | 19.2966 |
| | 4 | 22.0129 | 21.1641 | 22.4656 | 20.0323 | 18.9005 |
| | Rata-rata | 20.5699 | 20.7114 | 22.3666 | 20.2728 | 19.2118 |
| 1 : 3,75 | 1 | 20.0323 | 21.2207 | 19.8625 | 19.5230 | 16.6370 |
| | 2 | 19.2966 | 19.2967 | 20.4284 | 19.6928 | 17.0331 |
| | 3 | 21.3904 | 20.8245 | 20.0323 | 19.8625 | 17.9385 |
| | 4 | 20.6548 | 20.3152 | 21.8431 | 20.7114 | 16.6370 |
| | Rata-rata | 20.3435 | 20.4143 | 20.5416 | 19.9474 | 17.0614 |
| 1 : 4,00 | 1 | 17.0331 | 18.6176 | 20.2587 | 18.9571 | 15.2223 |
| | 2 | 18.5044 | 19.2966 | 19.4664 | 19.2967 | 16.18423 |
| | 3 | 17.2029 | 19.1269 | 20.7679 | 19.6928 | 16.6936 |
| | 4 | 19.1269 | 20.4284 | 19.7494 | 21.4470 | 17.2029 |
| | Rata-rata | 17.9668 | 19.3674 | 20.0606 | 19.8484 | 16.3258 |
| 1 : 4,25 | 1 | 18.3912 | 16.9199 | 20.3718 | 16.9199 | 14.9959 |
| | 2 | 16.6370 | 19.2966 | 17.9951 | 17.9951 | 15.3355 |
| | 3 | 18.6742 | 17.4858 | 19.0703 | 17.0331 | 15.9013 |
| | 4 | 17.0331 | 19.5230 | 18.9005 | 18.5044 | 16.4672 |
| | Rata-rata | 17.6839 | 18.3064 | 19.0844 | 17.6131 | 15.6750 |
| 1 : 4,50 | 1 | 15.9013 | 17.7688 | 19.2401 | 16.2975 | 12.6758 |
| | 2 | 16.6370 | 18.6176 | 18.3346 | 17.7688 | 14.9393 |
| | 3 | 15.6184 | 17.0897 | 17.4858 | 18.6176 | 13.4115 |
| | 4 | 15.9013 | 19.3532 | 20.0323 | 17.3726 | 14.5998 |
| | Rata-rata | 16.0145 | 18.2073 | 18.7732 | 17.5141 | 13.9066 |

Pengujian Hipotesis

Berdasarkan hipotesis penelitian diduga variasi proporsi campuran serta penambahan *superplasticizer* pada campuran beton ringan akan memberikan

pengaruh terhadap nilai slump, berat isi serta kuat tekan beton, maka perlu diadakan pengujian hipotesis tersebut.

Analisis Varian Dua Arah

Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan analisis varian dua arah antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* terhadap nilai slump, berat isi dan kuat tekan beton ringan. Pernyataan ada atau tidaknya pengaruh variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* pada beton ringan terhadap nilai slump, berat isi dan kuat

tekan dinyatakan secara statistik sebagai berikut :

1. α = pengaruh faktor proporsi campuran
2. β = pengaruh faktor penambahan *superplasticizer*
3. $\alpha\beta$ = pengaruh interaksi faktor proporsi campuran dan faktor penambahan *superplasticizer*

Dengan perhitungan menggunakan program SPSS versi 13.0 *for windows* diperoleh :

a. Slump

Tabel 5. Hasil Analisis Varian Dua Arah Untuk Variasi Proporsi Campuran dan Variasi Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Nilai Slump

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 2026.145(a) | 24 | 84.423 | 214.235 | .000 |
| Intercept | 10201.000 | 1 | 10201.000 | 25886.483 | .000 |
| PROP_CAMP | 1.147 | 4 | .287 | .728 | .576 |
| SP | 2017.683 | 4 | 504.421 | 1280.039 | .000 |
| PROP_CAMP * SP | 7.315 | 16 | .457 | 1.160 | .319 |
| Error | 29.555 | 75 | .394 | | |
| Total | 12256.700 | 100 | | | |
| Corrected Total | 2055.700 | 99 | | | |

Analisis :

- Berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel.
F hitung (*output*) didapat 1.160
F tabel (0.05,4,75) didapat 1.78
F hitung = 1.160 < F tabel = 1.78
maka H_0 diterima dan H_1 ditolak untuk rasio kegagalan 5 %.

- Berdasarkan nilai probabilitas
Nilai probabilitas (*Sig.*) = 0.319 > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak untuk rasio kegagalan 5 %.

Kesimpulan :

Interaksi antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* tidak memberikan pengaruh terhadap nilai slump.

b. Berat Isi

Tabel 6. Hasil Analisis Varian Dua Arah Untuk Variasi Proporsi Campuran dan Variasi Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Berat Isi Beton Ringan

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|---------------|-------------|-------|
| Corrected Model | 2584.953(a) | 24 | 107.706 | .752 | .781 |
| Intercept | 362107907.382 | 1 | 362107907.382 | 2528819.963 | .000 |
| PROP_CAMP | 2003.102 | 4 | 500.776 | 3.497 | .011 |
| SP | 191.980 | 4 | 47.995 | .335 | .853 |
| PROP_CAMP * SP | 389.871 | 16 | 24.367 | .170 | 1.000 |

| | | | | | |
|-----------------|---------------|-----|---------|--|--|
| Error | 10739.433 | 75 | 143.192 | | |
| Total | 362121231.769 | 100 | | | |
| Corrected Total | 13324.386 | 99 | | | |

Analisis :

- Berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel.
F hitung (*output*) didapat 0.170
F tabel (0.05,4,75) didapat 1.78
F hitung = 0.170 < F tabel = 1.78
maka H_0 diterima dan H_1 ditolak untuk rasio kegagalan 5 %.

- Berdasarkan nilai probabilitas
Nilai probabilitas (*Sig.*) = 1.000 > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak untuk rasio kegagalan 5 %.

Kesimpulan :

Interaksi antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* tidak memberikan pengaruh terhadap berat isi beton ringan.

c. Kuat Tekan

Tabel 7. Hasil Analisis Varian Dua Arah Untuk Variasi Proporsi Campuran dan Variasi Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|-----|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 361.162(a) | 24 | 15.048 | 18.815 | .000 |
| Intercept | 35012.129 | 1 | 35012.129 | 43775.271 | .000 |
| PROP_CAMP | 158.250 | 4 | 39.562 | 49.464 | .000 |
| SP | 179.843 | 4 | 44.961 | 56.214 | .000 |
| PROP_CAMP * SP | 23.070 | 16 | 1.442 | 1.803 | .046 |
| Error | 59.986 | 75 | .800 | | |
| Total | 35433.278 | 100 | | | |
| Corrected Total | 421.148 | 99 | | | |

Analisis :

- Berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel.
F hitung (*output*) didapat 1.803
F tabel (0.05,4,75) didapat 1.78
F hitung = 1.803 > F tabel = 1.78
maka H_0 ditolak dan H_1 diterima untuk rasio kegagalan 5 %.

- Berdasarkan nilai probabilitas
Nilai probabilitas (*Sig.*) = 0.046 < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima untuk rasio kegagalan 5 %.

Kesimpulan :

Interaksi antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton ringan.

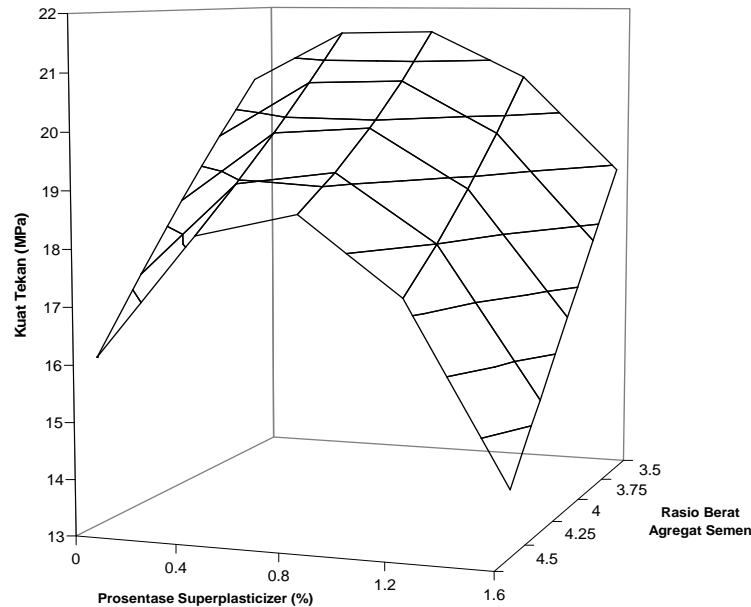
Dari uji anova untuk analisis regresi dua arah di atas didapat :

Tabel 8. Hasil Uji Anova Analisis Regresi Dua Arah

| | df | SS | MS | F | Significance F |
|------------|----|----------|----------|----------|----------------|
| Regression | 8 | 339.9304 | 42.4913 | 47.60896 | 2.86224E-29 |
| Residual | 91 | 81.21808 | 0.892506 | | |
| Total | 99 | 421.1485 | | | |

didapatkan nilai F tabel (0.05; 8; 91) adalah 2.04. Dari tabel diatas didapat nilai F hitung = 47.609 > F tabel = 2.04 dan nilai Sig. F = 0.000 < 0.05 maka

dapat disimpulkan bahwa model regresi tersebut dapat diterima. Persamaan regresi di atas dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hasil regresi hubungan antara proporsi campuran dan prosentase *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton ringan.

Berdasarkan analisis varian dua arah didapatkan bahwa interaksi antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai slump. Ini ditunjukkan dengan perbandingan nilai F hitung = 1.160 kurang dari F tabel = 1.78 dan nilai Sig. = 0.319 lebih dari 0.05. Nilai slump pada penelitian ini hanya dipengaruhi oleh penambahan *superplasticizer* yang ditunjukkan dengan nilai F hitung = 1280.039 lebih dari F tabel = 2.49 dan nilai Sig. = 0.000 kurang dari 0.05 pada uji analisis varian dua arah untuk penambahan prosentase *superplasticizer*. Nilai ini menunjukkan bahwa penambahan prosentase *superplasticizer* berpengaruh sangat nyata terhadap nilai slump. Semakin besar prosentase penambahan *superplasticizer*, kemudahan pengerjaan (*workability*) pada campuran semakin baik. Hal ini ditunjukkan dengan semakin besarnya

nilai slump seiring dengan penambahan *superplasticizer*. Meningkatnya *workability* pada campuran beton dikarenakan oleh *superplasticizer* terserap dalam partikel semen dan merendahkan daya tarik partikel untuk menghasilkan dispersi butir semen yang lebih banyak. Selain itu, bentuk *superplasticizer* yang cair juga memungkinkan untuk meningkatkan *workability* dari campuran beton.

Untuk mendapatkan kuat tekan yang maksimum pada masing-masing proporsi campuran dibutuhkan kadar prosentase *superplasticizer* yang optimum. Kadar prosentase *superplasticizer* optimum didapatkan dengan mendiferensialkan persamaan regresi dua arah diatas sehingga $\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0$.

Dari hasil penurunan persamaan regresi didapatkan nilai prosentase *superplasticizer* optimum rata-rata sebesar 0.65%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan seperti yang diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Batuan *Andesit Piroksen* bisa diklasifikasikan sebagai agregat ringan. Nilai absorpsi dari batuan *Andesit Piroksen* yang cukup besar menunjukkan bahwa agregat *Andesit Piroksen* memiliki rongga udara yang cukup banyak.
2. Nilai slump pada penelitian ini hanya dipengaruhi oleh variasi penambahan *superplasticizer*, dimana semakin banyak prosentase *superplasticizer* yang ditambahkan akan mengakibatkan nilai slump meningkat. Peningkatan nilai slump ini menunjukkan workabilitas campuran beton semakin tinggi.
3. Berat isi beton ringan pada penelitian ini hanya dipengaruhi oleh variasi proporsi campuran, dimana pada campuran dengan

perbandingan agregat halus dan agregat kasar sama maka proporsi campuran yang mempunyai kadar semen tinggi akan menghasilkan berat isi beton ringan yang tinggi.

4. Interaksi antara variasi proporsi campuran dan variasi penambahan *superplasticizer* memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kuat tekan beton ringan. Variasi proporsi campuran memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton dimana kuat tekan maksimum terjadi pada campuran dengan kadar semen yang tinggi. Variasi penambahan *superplasticizer* juga memberikan pengaruh pada kuat tekan beton ringan. *Superplasticizer* akan memberikan peningkatan kuat tekan beton ringan jika diberikan pada kadar tertentu, namun dengan pemberian kadar yang berlebihan akan mengurangi kekuatan tekan beton ringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Bahan Konstruksi, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang sebagai tempat

pelaksanaan penelitian serta semua pihak atas dukungan dan partisipasinya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1976, Manual Of Concrete Practice Part 1-1976, Detroit: American Concrete Institute
- Anonimous, 1989, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (*SNI M-09-1989-F*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 1989, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (*SNI M-10-1989-F*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 1989, Metode Pengujian Kadar Air Agregat (*SNI M-11-1989-F*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

- Anonimous, 1989, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (*SNI M-14-1989-F*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 1990, Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural (*SNI S-16-1990-F*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 1990, Metode Pengujian Slump Beton (*SNI 03-1972-1990*), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 1991, Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete (*C 494-91*), Philadelphia:

- ASTM
- Anonimous, 1991, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI T-15-1991-03), Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Anonimous, 1992, Makalah Seminar PT. Sika Nusa Pratama, Yogyakarta : Penerbit UGM.
- Anonimous, 1993, Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete (ACI 213R-87), Detroit: American Concrete Institute
- Anonimous, 1994, Metode Pengujian Berat Isi Beton Ringan Struktural (SNI 03-3402-1994), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 1996, Metode Pengujian Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poison Beton Dengan Kompresor Ekstensometer (SNI 03-4169-1996), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 2002, Tata Cara Perancangan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan (SNI 03-3449-2002), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Anonimous, 2004, Brosur PT. Sika Nusa Pratama Indonesia, Jakarta
- Aman Subakti, 1994, Teknologi Beton Dalam Praktek, Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Sepuluh Nopember
- Boyle et. al.,1998, Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lighweight Concrete (ACI 211.2-98), Detroit: American Concrete Institute
- McGregor, G. James, 1986, Reinforced Concrete Mechanics And Design, New Jersey: Prentice Hall.
- Murdock, L.J & K.M. Brook, 1986, Bahan dan Praktek Beton terjemahan oleh Stephanus Hendarko, Edisi keempat, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Neville, A.M, 1981, Properties of Concrete, Third Edition London: The Language Book Society and Pitman Publising
- Paulus Nugraha, 1989, Teknologi Beton dengan antisipasi terhadap Pedoman Beton 1989, Surabaya:Penerbitan Universitas Kristen Petra
- Robinson et.al., 1993, Guide For Structural Lightweight Agregate Concrete, ACI 213 R-87, Detroit: American Concrete Institute
- Sukandarrumidi, 1999, Bahan Galian Industri, Penerbit Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press
- Triono Budi Astono, 2001, Konstruksi Beton Bertulang, Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Wang, Chu-Kia & Charles G. Salmon, 1994, Disain Beton Bertulang terjemahan oleh Binsar Hariandja, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wisnumurti & Agoes Soehardjono, Petunjuk Praktikum Beton, Malang: Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.