

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN BETON RINGAN STRUKTURAL  
BERAGREGAT BATUAN ANDESIT PIROKSEN TERHADAP BERAT  
ISI DAN KEKUATAN TEKAN BETON**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**Roy Irawan Djatmiko**  
NIM. 0410612013 – 61

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN SIPIL  
MALANG  
2007**

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
ABSTRAKSI	vii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Beton	4
2.2. Beton Ringan	5
2.3. Beton Ringan Beragregat Batuan <i>Andesit Piroksen</i>	8
2.4. Absorpsi Agregat	14
2.5. Workabilitas Beton	15
2.6. Berat Isi Beton	16
2.7. Kuat Tekan Beton	17
2.8. Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Berat Isi dan Kekuatan Tekan Beton Ringan	19
2.9. Hipotesis	21
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian	22
3.3. Rancangan Penelitian	23
3.4. Prosedur Penelitian	23
3.5. Variabel Penelitian	25
3.6. Analisis Data Penelitian	26
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Analisis Bahan Yang Digunakan	28
4.2. Pengujian Beton Segar	33
4.3. Perawatan Beton	34
4.4. Pengujian Beton	35
4.5. Uji Normalitas dan Homogenitas Data	37
4.6. Pengujian Hipotesis	38
4.7. Analisis Varian Dua Arah	39
4.8. Analisa Regresi	40
4.9. Pembahasan	43



BAB	V. KESIMPULAN DAN SARAN	
	5.1. Kesimpulan	47
	5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		52



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1986, Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as Mineral Admixture in Portland Cement Concrete (C 618-86), Philadelphia: ASTM*
- Anonimous, 1989, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI M-09-1989-F), Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.*
- Anonimous, 1989, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air 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 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, 1994, Metode Pengujian Berat Isi Beton Ringan Struktural (SNI 03-3402-1994), 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 Pretama Indonesia, Jakarta.*
- Ali Zaki, 1993, Pengaruh Penggunaan Batu Pumice Terhadap Reduksi Berat dan Kuat Tekan Beton, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang, Jurusan Sipil FT Unibraw, 1993.*
- Aman Subakti, 1994, Teknologi Beton Dalam Praktek, Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember.*

- Arsito Pandojo, 1994, *Pengaruh Kuat Tekan Hancur Beton Beragregat Kasar Batu apung Terhadap Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 1994
- Boyle, *et. al.*, 1998, *Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete (ACI 211.2-98)*, Detroit: American Concrete Institute.
- Chandra Ika Yudha, 2004, *Pengaruh Variasi Agregat Pada Campuran Beton Ringan Beragregat Batuan Andesit Piroksen Terhadap Berat Isi Dan Kuat Tekan Beton*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 2004.
- Denny Fachyudien, 2004, *Pengaruh Variasi Agregat Halus dan Kasar Pada Campuran Beton Ringan Beragregat Batu Andesit Piroksen terhadap Kuat Tarik Belahg dan Kuat Tarik Lentur Beton*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 2005.
- Fadjar Rachmawan, 1996, *Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 1996.
- Faishol Azis, 1994, *Hubungan Antara Kuat Tarik Lentur dengan Kuat Tarik Langsung dan Kuat Tarik Belah Pada Beton Beragregat Kasar Batu Apung*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 1994.
- Galih Wicaksono, 2005, *Pengaruh Variasi Agregat Pada Campuran Beton Ringan Beragregat Batuan Andesit Piroksen Terhadap Modulus Elastisitas Dan Rasio Poisson*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang, Jurusan Sipil FT Unibraw, 2005.
- Hendro Suseno, *et. al.*, 2006, *Beton Ringan Struktural Beragregat Batuan Andesit Piroksen dari Gunung Kelud*. Laporan Penelitian Tidak Diterbitkan, Malang, Jurusan Sipil FT Unibraw, 2006.
- Klieger, *et. al.*, 1976, *Recommended Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete (ACI 211.2-69)*, Detroit: American Concrete Institute.
- McGregor, G.J, 1997, *Reinforced Concrete Mechanics And Design*, New Jersey: Prentice Hall.
- Mehta, P.K. & Monteiro, P.J.M., 1993, *Copncrete Structure Properties and Materials*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Muhamad Rusdi, 1996, *Pengaruh Variasi Pematatan Terhadap Berat Isi, Absorbansi dan Kuat Tekan Batako dari Agregat Batu Apung*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 1996.

- Murdock, L.J & Brook, K.M., 1986, *Bahan dan Praktek Beton* terjemahan oleh *Stephanus Hendarko*, Edisi keempat, Jakarta: Erlangga.
- Nawi, E.G, 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Bandung: PT Refika Aditama.
- Neville, A.M, 1981, *Properties of Concrete*, Third Edition, London: The Language Book Society and Pitman Publishing.
- Robinson *et. al.*, 1993, *Guide For Structural Lightweight Agregate Concrete*, (ACI 213 R-87), Detroit: American Concrete Institute.
- Sukandarrumidi, 1999, *Bahan Galian Industri*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Sumardi, 1996, *Pengaruh Gradasi Terhadap Absorpsi, Berat Isi dan Kuat Tekan Batako dari Agregat Batu Apung*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 1996.
- Arsito Pandojo, 1994, *Pengaruh Kuat Tekan Hancur Beton Beragregat Kasar Batu Apung Terhadap Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 1994.
- Sofiati Nur K.S., 1994, *Hubungan Antara Kuat Tarik Belah Dengan Kuat Tekan Pada Beton Ringan Beragregat Kasar Andesit Piroksen*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Malang: Jurusan Sipil FT Unibraw, 1994.
- Wang, C.K. & Salmon, W.G., 1994, *Disain Beton Bertulang* terjemahan oleh *Binsar Hariandja*, Edisi Keempat, Jakarta: Erlangga.



## DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Batuan <i>Andesit Piroksen</i>	10
Gambar 2.2.	<i>Andesit Piroksen</i> (jarak dekat)	10
Gambar 2.3.	Perbandingan kuat tekan dengan air semen	17
Gambar 2.4.	Perbandingan Agregat Dengan Semen Terhadap Kekuatan Beton	20
Gambar 2.5.	Hubungan Tegangan-Regangan Beton Normal dan Beton Ringan	21
Gambar 3.1.	Diagram Alur Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar Batuan <i>Andesit Piroksen</i>	23
Gambar 3.2.	Diagram Alur Pembuatan Benda Uji Beton Ringan	24
Gambar 3.3.	Diagram Alir Pengujian Kuat Tekan Beton	25
Gambar 4.1.	Grafik Analisis Ayakan Agregat Halus untuk Beton Ringan	29
Gambar 4.2.	Grafik Analisis Ayakan Agregat Kasar untuk Beton Ringan	32
Gambar 4.3.	Grafik Hasil Regresi Hubungan Antara Agregat Halus Kasar, Semen Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan	42

## DAFTAR TABEL

<b>No</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1.	Sifat-sifat beton ringan dari tipe yang berbeda	8
Tabel 3.1.	Jumlah dan Perlakuan Benda Uji	23
Tabel 4.1.	Gradasi Agregat Halus	29
Tabel 4.2.	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	30
Tabel 4.3.	Gradasi Agregat Kasar	31
Tabel 4.4.	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	33
Tabel 4.5.	Pemeriksaan Slump dan Kebutuhan Air Agregat Ringan Rata-Rata	34
Tabel 4.6.	Berat Isi Beton Ringan	36
Tabel 4.7.	Kuat Tekan Beton Ringan	37
Tabel 4.8.	Hasil Uji Normalitas	37
Tabel 4.9.	Hasil Uji homogenitas Berat Isi	38
Tabel 4.10.	Uji Normalitas	38
Tabel 4.11.	Uji Homogenitas Varian	38
Tabel 4.12.	Hasil Analisis Varian Dua Arah untuk Variasi Proporsi Agregat-Semen dan Variasi Proporsi Agregat Halus-Agregat Kasar Terhadap Berat Isi	39
Tabel 4.13.	Hasil Analisis Varian Dua Arah untuk Variasi Proporsi Agregat Semen dan Variasi Proporsi Agregat Halus Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan	40
Tabel 4.14.	Hasil Uji Anova Analisis Regresi Dua Arah	42
Tabel 4.15.	Hasil Perhitungan Nilai Optimum Halus Kasar	43



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	52
Lampiran 2	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	54
Lampiran 3	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	55
Lampiran 4	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	56
Lampiran 5	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	58
Lampiran 6	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	59
Lampiran 7	Data Perhitungan Berat Isi Benda Uji	60
Lampiran 8	Data Pengujian Berat Isi	61
Lampiran 9	Data Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji	66
Lampiran 10	Data Pengujian Kuat tekan	67
Lampiran 11	Perhitungan Kebutuhan Bahan	70
Lampiran 12	Data Analisa Regresi	72
Lampiran 13	Dokumentasi Penelitian	78

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi **“Pengaruh Variasi Campuran Beton Ringan Struktural Beragregat Batuan *Andesit Piroksen* Terhadap Berat Isi dan Kekuatan Tekan Beton”**.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan, pengalaman serta kemampuan menganalisis suatu masalah yang kami miliki. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan sumbangan baik berupa saran maupun kritik yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

Tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya, khususnya kepada :

1. Ir. Hendro Suseno, DEA selaku dosen pembimbing.
2. Ir. Wisnumurti, MT selaku dosen pembimbing.
3. Ir. Ari Wibowo, ST, MT selaku dosen penguji.
4. Ir. Achmad Wicaksono, M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Ir. Wisnumurti, MT selaku Sekretaris Jurusan Sipil.

Akhir kata, penyusun berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan menambah wawasan keilmuan bagi para pembaca. Amin

Malang, April 2007

Penyusun

**Lampiran 1 :****Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

1. Tujuan
  - Menentukan berat jenis curah (*bulk specific gravity*).
  - Menentukan berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*).
  - Menentukan berat jenis semu (*apparent specific gravity*).
  - Menentukan penyerapan air pada agregat halus.
2. Bahan
  - Batuan *Andesit piroksen* dengan ukuran kurang dari 4.75 mm.
3. Peralatan
  - Timbangan .
  - Piknometer.
  - Cetakan kerucut.
  - Alat penumbuk.
  - Oven.
4. Pelaksanaan
  - Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 110 °C sampai berat tetap. Dinginkan pada suhu ruang dalam air selama 24 jam.
  - Buang air perendam, lalu tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh (ssd).
  - Periksa kondisi ssd dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali lalu angkat kerucut. Keadaan ssd tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
  - Setelah kondisi ssd tercapai, masukkan 500 gr benda uji ke dalam piknometer, masukkan air suling sampai 90% isi piknometer. Putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
  - Rendam piknometer dalam air.
  - Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
  - Timbang piknometer berisi air dan benda uji (Bt).

- Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu 110 °C sampai berat tetap, lalu dinginkan benda uji. Setelah dingin, lalu ditimbang (Bk).
- Tentukan berat piknometer berisi air (B).

Hasil pemeriksaan berat jenis (specific gravity) dan penyerapan air agregat halus ditabelkan sebagai berikut :

Tabel L.1. Data dan Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

No Talam	I	II	III	
Berat benda uji kering permukaan jenuh (Bj) (gr)	500	500	500	
Berat benda uji kering oven (Bk) (gr)	475	472	478	
Berat picnometer diisi air (B) (gr)	653	653	653	
Berat picnometer + benda uji (ssd) + air (Bt) (gr)	936	925	941	
				Rata-rata
Berat jenis curah $Bk/(B+Bj-Bt)$	2.18894	2.070175	2.254717	2.171278
Berat jenis kering permukaan jenuh $Bj/(B+Bj-Bt)$	2.304147	2.192982	2.358491	2.285207
Berat jenis semu $Bk/(B+Bk-Bt)$	2.473958	2.36	2.515789	2.449916
Penyerapan $(Bj-Bk)/Bk \times 100\%$ (%)	5.263158	5.932203	4.60251	5.265957

**Lampiran 2 :****Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus**

1. Tujuan
  - Menentukan berat isi agregat halus
2. Bahan
  - Batuan *Andesit piroksen*
3. Peralatan
  - Timbangan.
  - Kotak takar.
4. Pelaksanaan
  - Agregat sesudah direndam selama 24 jam, permukaannya disapu dengan lap untuk agregat kasar dan diangin-anginkan untuk agregat halus sampai kondisi ssd.
  - Timbang kotak takar kosong.
  - Timbang kotak takar berisi air penuh.
  - Isi kotak takar dengan benda uji yang dimasukkan dengan singkup dan tinggi tidak lebih dari 2 inchi diatas kotak takar. Cara ini disebut *shoveling*.
  - Ratakan benda uji dengan mistar.
  - Timbang kotak takar yang berisi benda uji.

Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus ditabelkan sebagai berikut :

Tabel L.2. Data dan Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus Batuan *Andesit Piroksen*

No contoh		1	2	3
1	Berat takaran (gr)	1070	1070	1070
2	Berat takaran+air (gr)	3102	3102	3102
3	Berat air = (2)-(1) (gr)	2032	2032	2032
4	Vol air = (3)/1 (cc)	2032	2032	2032
5	Berat takaran (gr)	1070	1070	1070
6	Berat takaran + benda uji (gr)	3602	3480	3617
7	Berat benda uji = (6)-(5) (gr)	2532	2410	2547
8	Berat isi = (7)/(4) (gr/cc)	1,246063	1,186024	1,253445
	Berat isi rata-rata (gr/cc)	1,228510499		

**Lampiran 3 :****Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus**

1. Tujuan
  - Menentukan prosentase kadar air yang dikandung oleh agregat halus.
2. Bahan
  - Batuan *Andesit piroksen*
3. Peralatan
  - Timbangan.
  - Oven.
  - Talam.
4. Pelaksanaan
  - Timbang pasir dan kerikil, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110 °C sampai berat tetap.
  - Dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, lalu ditimbang.
  - Talam ditimbang dalam keadaan kosong.

Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus ditabelkan sebagai berikut :

Tabel L.3. Data dan Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus Batuan *Andesit Piroksen*

No contoh		1	2	3
1	Berat talam +contoh basah (gr)	656	470	470
2	Berat talam +contoh kering (gr)	654	468	467.5
3	Berat air = (1)-(2) (gr)	2	2	2.5
4	Berat talam (gr)	156	170	170
5	Berat contoh kering =(2)-(4) (gr)	498	298	297.5
6	Kadar air = (3)/(5) (%)	0.401606	0.671141	0.840336
	Kadar air rata-rata (%)	0.6376945		

**Lampiran 4 :****Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

1. Tujuan
  - Menentukan berat jenis curah (*bulk specific gravity*).
  - Menentukan berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*).
  - Menentukan berat jenis semu (*apparent specific gravity*).
  - Menentukan penyerapan air pada agregat kasar.
2. Bahan
  - Batuan *Andesit piroksen* dengan ukuran lebih dari 4.75 mm.
3. Peralatan
  - Timbangan.
  - Oven.
  - Keranjang kawat
  - Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan berat jenis.
4. Pelaksanaan
  - Cuci benda uji untuk menghilangkan debu.
  - Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 110 °C sampai berat tetap.
  - Dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, lalu ditimbang (Bk).
  - Rendam benda uji pada suhu kamar selama 24 jam.
  - Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap.
  - Timbang benda uji jenuh kering permukaan (Bj).
  - Letakkan benda uji dalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara dan tentukan beratnya didalam air (Ba).

Hasil pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (*absorpsi*) agregat kasar ditabelkan sebagai berikut :

Tabel L.4. Data dan Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

No Talam		I	II	III	
Berat benda uji kering permukaan jenuh (Bj)	(gr)	5587	5576	5563	
Berat benda uji kering oven (Bk)	(gr)	4994	4990	4984	
Berat benda uji dalam air (Ba)	(gr)	2677	2682	2694	
					Rata-rata
Berat jenis curah Bk/(Bj-Ba)		1.716151	1.724257	1.737191	1.725866
Berat jenis kering permukaan jenuh Bj/(Bj-Ba)		1.919931	1.926745	1.939003	1.92856
Berat jenis semu Bk/(Bk-Ba)		2.155373	2.162045	2.176419	2.164613
Penyerapan (Bj-Bk)/Bk x 100%	(%)	11.87425	11.74349	11.61717	11.74497





**Lampiran 5 :****Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar**

1. Tujuan
  - Menentukan berat isi agregat.
2. Bahan
  - Batuan *Andesit piroksen*
3. Peralatan
  - Timbangan.
  - Kotak takar.
4. Pelaksanaan
  - Agregat sesudah direndam selama 24 jam, permukaannya disapu dengan lap untuk agregat kasar dan diangin-anginkan untuk agregat halus sampai kondisi ssd.
  - Timbang kotak takar kosong.
  - Timbang kotak takar berisi air penuh.
  - Isi kotak takar dengan benda uji yang dimasukkan dengan singkup dan tinggi tidak lebih dari 2 inchi diatas kotak takar. Cara ini disebut *shoveling*.
  - Ratakan benda uji dengan mistar.
  - Timbang kotak takar yang berisi benda uji.

Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar ditabelkan sebagai berikut :

Tabel L.5. Data dan Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar Batuan *Andesit Piroksen*

No contoh		1	2	3
1	Berat takaran (gr)	1070	1070	1070
2	Berat takaran+air (gr)	3102	3102	3102
3	Berat air = (2)-(1) (gr)	2032	2032	2032
4	Vol air = (3)/1 (cc)	2032	2032	2032
5	Berat takaran (gr)	1070	1070	1070
6	Berat takaran + benda uji (gr)	3035	2884	2882
7	Berat benda uji = (6)-(5) (gr)	1965	1814	1812
8	Berat isi = (7)/(4) (gr/cc)	0,967028	0,892717	0,891732
	Berat isi rata-rata (gr/cc)	0,917158793		

**Lampiran 6 :****Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar**

1. Tujuan
  - Menentukan prosentase kadar air yang dikandung oleh agregat kasar
2. Bahan
  - Batuan *Andesit piroksen*
3. Peralatan
  - Timbangan.
  - Oven.
  - Talam.
4. Pelaksanaan
  - Timbang pasir dan kerikil, kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110 °C sampai berat tetap.
  - Dinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, lalu ditimbang.
  - Talam ditimbang dalam keadaan kosong.

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar ditabelkan sebagai berikut :

Tabel L.5. Data dan Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar Batuan *Andesit Piroksen*

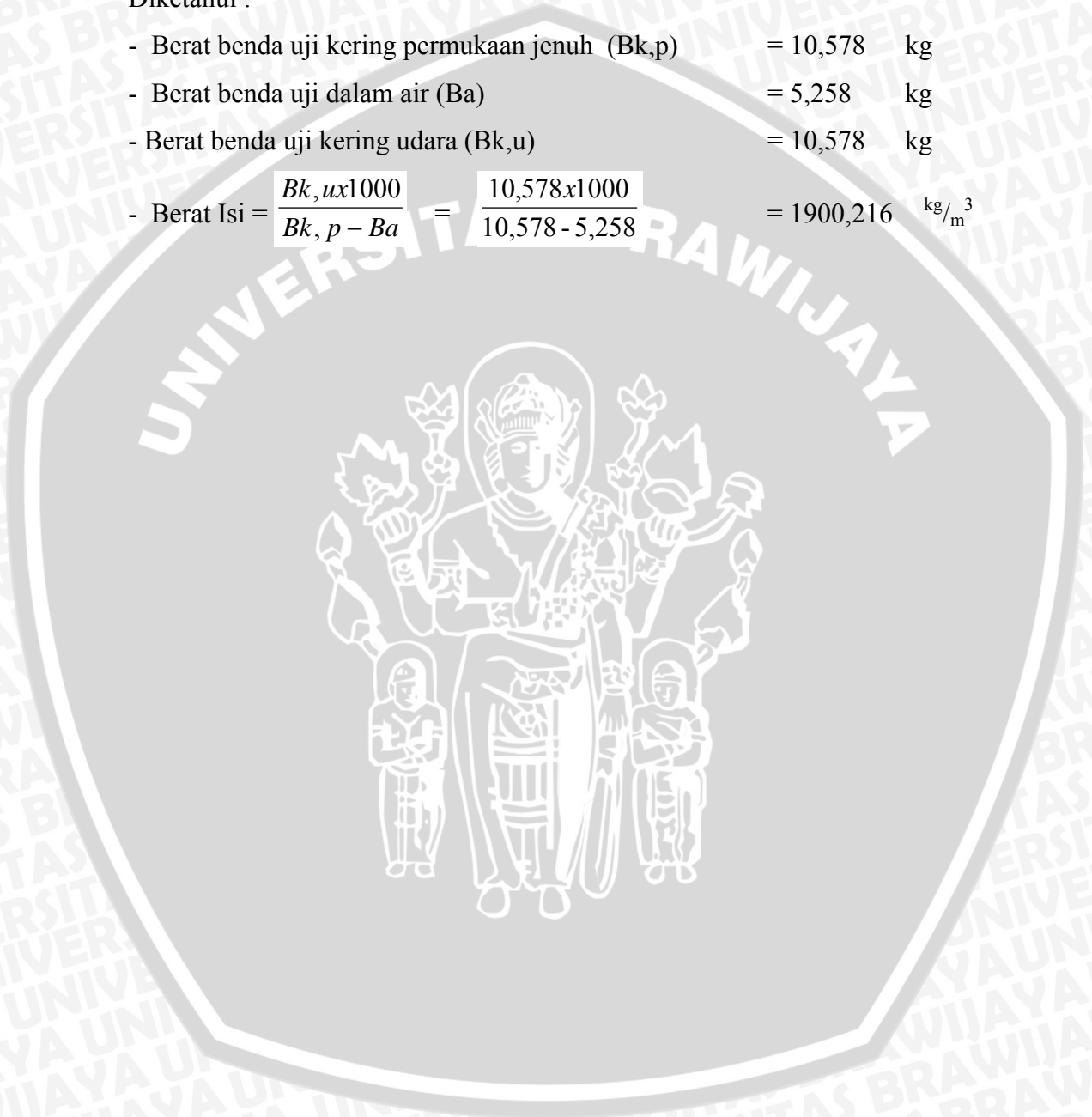
No contoh		1	2	3
1	Berat talam +contoh basah (gr)	495	510	1527
2	Berat talam +contoh kering (gr)	490	509	1524
3	Berat air = (1)-(2) (gr)	5	1	3
4	Berat talam (gr)	195	210	1227
5	Berat contoh kering =(2)-(4) (gr)	295	299	297
6	Kadar air = (3)/(5) (%)	1.694915	0.334448	1.010101
	Kadar air rata-rata (%)	1.013154808		

**Lampiran 7 :****Data Perhitungan Berat Isi Benda Uji**

Contoh perhitungan :

Proporsi Campuran 1 : 3.50 (No ulangan 1)

Diketahui :

- Berat benda uji kering permukaan jenuh ( $B_{k,p}$ ) = 10,578 kg- Berat benda uji dalam air ( $B_a$ ) = 5,258 kg- Berat benda uji kering udara ( $B_{k,u}$ ) = 10,578 kg- Berat Isi =  $\frac{B_{k,u} \times 1000}{B_{k,p} - B_a} = \frac{10,578 \times 1000}{10,578 - 5,258} = 1900,216 \text{ kg/m}^3$ 

Tabel L.8. Data Pengujian Berat Isi

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	VOL.AIR (L)	SLUMP (CM)	Berat (kg)			Berat Isi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Berat Isi Rata-Rata ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
						SSD	Dalam Air	Kering Udara		
1	1.2 : 1	1 ; 3,5	1	7.375	8	10.529	5.178	10.206	1900.2160	1909.922
			2			10.575	5.204	10.266	1927.0560	
			3			10.519	5.155	10.226	1902.8330	
			4			10.665	5.252	10.357	1909.5810	
2	1.2 : 1	1 ; 3,75	1	7.15	8.5	11	5.5465	10.68	1913.2820	1908.046
			2			10.933	5.544	10.62	1926.3060	
			3			10.965	5.511	10.629	1887.7890	
			4			10.965	5.533	10.649	1904.8050	
3	1.2 : 1	1 ; 4,0	1	7.5	8.6	10.788	5.3475	10.389	1907.0190	1904.981
			2			10.752	5.325	10.365	1900.4330	
			3			10.7	5.31	10.326	1917.7780	
			4			10.789	5.39	10.414	1894.6950	
4	1.2 : 1	1 ; 4,25	1	8	8.5	10.745	5.36	10.308	1908.6930	1902.077
			2			10.633	5.245	10.21	1892.8740	
			3			10.7675	5.343	10.352	1886.7260	
			4			10.675	5.307	10.264	1920.0130	
5	1.2 : 1	1 ; 4,5	1	7.125	8.3	10.346	4.95	9.876	1904.0390	1890.953
			2			10.415	5.029	9.962	1888.6670	
			3			10.35	4.995	9.906	1886.2700	
			4			10.45	5.06	10	1884.8360	

Tabel L.8. Data Pengujian Berat Isi (Lanjutan)

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	VOL.AIR (L)	SLUMP (CM)	Berat (kg)			Berat Isi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Berat Isi Rata-Rata ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
						SSD	Dalam Air	Kering Udara		
1	1.25 : 1	1 ; 3,5	1	6.083	8	10.532	5.145	10.238	1891.010	1902.999
			2			10.349	5.009	10.0591	1910.184	
			3			10.47	5.104	10.152	1907.503	
			4			10.463	5.078	10.165	1903.297	
2	1.25 : 1	1 ; 3,75	1	7.875	8.5	10.641	5.234	10.277	1881.007	1902.252
			2			10.375	5.294	10.013	1919.430	
			3			10.789	5.313	10.419	1895.811	
			4			10.795	5.333	10.416	1912.758	
3	1.25 : 1	1 ; 4,0	1	7.875	8.7	10.619	5.232	10.232	1923.496	1900.501
			2			10.573	5.221	10.2	1886.145	
			3			10.613	5.239	10.238	1892.286	
			4			10.678	5.257	10.282	1900.078	
4	1.25 : 1	1 ; 4,25	1	8	8.5	10.327	4.9	9.87	1912.677	1897.331
			2			10.36	4.951	9.939	1880.024	
			3			10.302	4.92	9.876	1895.751	
			4			10.232	4.889	9.818	1900.873	
5	1.25 : 1	1 ; 4,5	1	7.5	8.5	10.203	4.83	9.721	1887.515	1896.934
			2			10.128	4.76	9.647	1903.223	
			3			10.137	4.759	9.664	1910.822	
			4			10.119	4.7388	9.629	1886.175	

Tabel L.8. Data Pengujian Berat Isi (Lanjutan)

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	VOL.AIR (L)	SLUMP (CM)	Berat (kg)			Berat Isi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Berat Isi Rata-Rata ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
						SSD	Dalam Air	Kering Udara		
1	1.3 : 1	1 ; 3,5	1	7	8.5	10.529	5.18	10.239	1913.031	1905.688
			2			10.542	5.1725	10.25	1892.610	
			3			10.564	5.1795	10.209	1900.366	
			4			10.568	5.223	10.353	1916.744	
2	1.3 : 1	1 ; 3,75	1	7.75	8.8	10.744	5.343	10.401	1915.738	1904.687
			2			10.835	5.406	10.499	1893.297	
			3			10.615	5.272	10.263	1903.069	
			4			10.73	5.328	10.382	1906.642	
3	1.3 : 1	1 ; 4,0	1	9	9	10.682	5.298	10.301	1916.303	1903.095
			2			10.586	5.208	10.196	1894.022	
			3			10.703	5.322	10.32	1904.511	
			4			10.617	5.229	10.241	1897.544	
4	1.3 : 1	1 ; 4,25	1	9	8.7	10.421	5.055	9.989	1912.783	1896.213
			2			10.51	5.148	10.071	1888.235	
			3			10.582	5.212	10.154	1887.521	
			4			10.473	5.109	10.043	1896.312	
5	1.3 : 1	1 ; 4,5	1	7.5	8.6	10.35	4.996	9.883	1893.170	1895.088
			2			10.411	5.051	9.939	1896.317	
			3			10.427	5.076	9.954	1893.289	
			4			10.382	5.027	9.901	1897.575	

Tabel L.8. Data Pengujian Berat Isi (Lanjutan)

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	VOL.AIR (L)	SLUMP (CM)	Berat (kg)			Berat Isi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Berat Isi Rata-Rata ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
						SSD	Dalam Air	Kering Udara		
1	1.35 : 1	1 ; 3,5	1	6.75	8.5	10.76	5.43	10.473	1916.718	1906.717
			2			10.77	5.4285	10.455	1888.357	
			3			10.829	5.47	10.528	1926.310	
			4			10.797	5.473	10.497	1895.483	
2	1.35 : 1	1 ; 3,75	1	8.125	8.8	10.786	5.363	10.399	1906.266	1906.106
			2			10.76	5.372	10.374	1908.544	
			3			10.786	5.363	10.392	1913.233	
			4			10.823	5.374	10.426	1896.379	
3	1.35 : 1	1 ; 4,0	1	8.25	8	10.409	5.007	9.946	1900.011	1905.740
			2			10.527	5.138	10.055	1894.079	
			3			10.462	5.101	9.991	1916.027	
			4			10.438	5.124	9.953	1912.844	
4	1.35 : 1	1 ; 4,25	1	8.5	8	10.397	5.036	9.855	1904.079	1900.187
			2			10.431	5.074	9.89	1886.791	
			3			10.422	5.063	9.884	1892.797	
			4			10.403	5.041	9.852	1917.079	
5	1.35 : 1	1 ; 4,5	1	8	8.5	10.311	4.958	9.688	1897.002	1899.755
			2			10.275	4.926	9.656	1903.056	
			3			10.289	4.937	9.657	1910.873	
			4			10.327	4.967	9.703	1888.089	

Tabel L.8. Data Pengujian Berat Isi (Lanjutan)

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	VOL.AIR (L)	SLUMP (CM)	Berat (kg)			Berat Isi ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Berat Isi Rata-Rata ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
						SSD	Dalam Air	Kering Udara		
1	1.4 : 1	1 ; 3,5	1	7.125	8.5	10.673	5.259	10.339	1897.461	1908.001
			2			10.627	5.251	10.311	1915.397	
			3			10.565	5.208	10.243	1906.065	
			4			10.542	5.22	10.233	1913.081	
2	1.4 : 1	1 ; 3,75	1	7.5	8.7	10.804	5.38	10.456	1888.870	1907.566
			2			10.735	5.377	10.398	1911.220	
			3			10.751	5.368	10.416	1922.695	
			4			10.795	5.392	10.446	1907.478	
3	1.4 : 1	1 ; 4,0	1	7.5	8.5	10.719	5.338	10.328	1885.747	1903.685
			2			10.78	5.401	10.379	1909.054	
			3			10.851	5.474	10.459	1896.611	
			4			10.478	5.095	10.091	1923.327	
4	1.4 : 1	1 ; 4,25	1	8	8.3	10.561	5.187	10.069	1902.624	1895.194
			2			10.527	5.147	10.033	1887.786	
			3			10.496	5.125	9.998	1897.042	
			4			10.605	5.229	10.114	1893.323	
5	1.4 : 1	1 ; 4,5	1	7.25	8.5	10.503	5.131	9.952	1889.534	1892.834
			2			10.427	5.058	9.869	1888.454	
			3			10.443	5.073	9.884	1900.259	
			4			10.401	5.036	9.848	1893.087	



**Lampiran 9 :****Data Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji**

Contoh perhitungan :

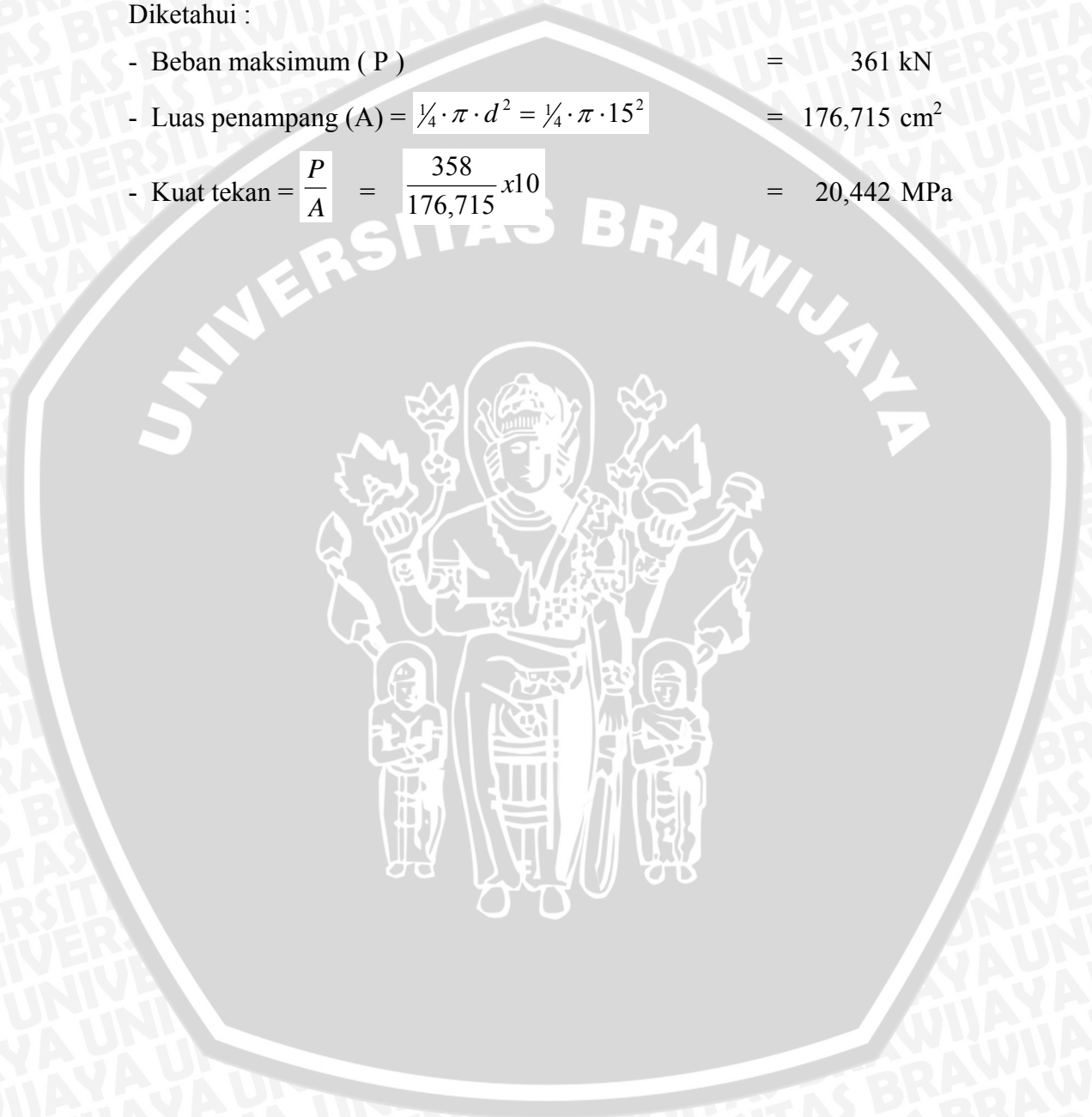
Proporsi Campuran 1 : 3.50 (No ulangan 1)

Diketahui :

$$\text{- Beban maksimum ( P )} = 361 \text{ kN}$$

$$\text{- Luas penampang (A)} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 15^2 = 176,715 \text{ cm}^2$$

$$\text{- Kuat tekan} = \frac{P}{A} = \frac{358}{176,715} \times 10 = 20,442 \text{ MPa}$$



## Lampiran 10 : Data Pengujian Kuat tekan

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	SLUMP (CM)	Load	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
1	1.2 : 1	1 ; 3,5	1	8	221	20.442	19.653
			2		200	18.864	
			3		200	19.776	
			4		171	19.530	
2	1.2 : 1	1 ; 3,75	1	8.5	275	18.589	17.800
			2		243	17.011	
			3		257	17.923	
			4		275	17.677	
3	1.2 : 1	1 ; 4,0	1	8.6	315	16.789	16.000
			2		255	15.211	
			3		275	16.123	
			4		325	15.877	
4	1.2 : 1	1 ; 4,25	1	8.5	203	16.189	15.400
			2		220	14.611	
			3		156	15.523	
			4		190	15.277	
5	1.2 : 1	1 ; 4,5	1	8.3	239	15.887	15.098
			2		160	14.309	
			3		250	15.221	
			4		256	14.975	

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	SLUMP (CM)	Load	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
1	1.25 : 1	1 ; 3,5	1	8	233	20.583	19.794
			2		170	19.005	
			3		147	19.917	
			4		270	19.671	
2	1.25 : 1	1 ; 3,75	1	8.5	280	19.119	18.330
			2		335	17.541	
			3		210	18.453	
			4		165	18.207	
3	1.25 : 1	1 ; 4,0	1	8.7	261	18.539	17.750
			2		208	16.961	
			3		225	17.873	
			4		177	17.627	
4	1.25 : 1	1 ; 4,25	1	8.5	210	18.199	17.410
			2		145	16.621	
			3		205	17.533	
			4		270	17.287	
5	1.25 : 1	1 ; 4,5	1	8.5	205	18.079	17.290
			2		250	16.501	
			3		187	17.413	
			4		210	17.167	

No	AH:AK	S : A	No	SLUMP	Load	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-Rata
----	-------	-------	----	-------	------	------------	----------------------

			Ulangan	(CM)	(Mpa)	(Mpa)
1	1.3 : 1	1 ; 3,5	1	8.5	200	21.450
			2		230	
			3		440	
			4		223	
2	1.3 : 1	1 ; 3,75	1	8.8	170	20.000
			2		290	
			3		250	
			4		300	
3	1.3 : 1	1 ; 4,0	1	9	223	19.144
			2		230	
			3		315	
			4		250	
4	1.3 : 1	1 ; 4,25	1	8.7	220	18.200
			2		311	
			3		243	
			4		210	
5	1.3 : 1	1 ; 4,5	1	8.6	235	17.856
			2		250	
			3		276	
			4		240	

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	SLUMP (CM)	Load	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
1	1.35 : 1	1 ; 3,5	1	8.5	210	19.356	
			2		211		
			3		230		
			4		260		
2	1.35 : 1	1 ; 3,75	1	8.8	190	17.920	
			2		154		
			3		158		
			4		254		
3	1.35 : 1	1 ; 4,0	1	8	234	17.190	
			2		210		
			3		246		
			4		261		
4	1.35 : 1	1 ; 4,25	1	8	200	16.800	
			2		147		
			3		150		
			4		223		
5	1.35 : 1	1 ; 4,5	1	8.5	185	16.597	
			2		170		
			3		145		
			4		240		

No	AH:AK	S : A	No Ulangan	SLUMP (CM)	Load	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
1	1.4 : 1	1 ; 3,5	1	8.5	260	19.282	18.295
			2		185	17.308	
			3		270	18.418	
			4		255	18.172	
2	1.4 : 1	1 ; 3,75	1	8.7	273	16.737	15.750
			2		360	14.763	
			3		407	15.873	
			4		225	15.627	
3	1.4 : 1	1 ; 4,0	1	8.5	313	15.237	14.250
			2		330	13.263	
			3		331	14.373	
			4		270	14.127	
4	1.4 : 1	1 ; 4,25	1	8.3	250	14.387	13.400
			2		207	12.413	
			3		240	13.523	
			4		273	13.277	
5	1.4 : 1	1 ; 4,5	1	8.5	267	13.977	12.990
			2		210	12.003	
			3		263	13.113	
			4		290	12.867	



**Lampiran 11 :****Perhitungan Kebutuhan Bahan**

Kebutuhan bahan campuran beton untuk 1 m<sup>3</sup> dapat diperkirakan berdasarkan rumus berikut :

$$\frac{S}{G_s \cdot \gamma_a} + \frac{P_{hls} \cdot S}{G_{hls} \cdot \gamma_a} + \frac{P_{ksr} \cdot S}{G_{ksr} \cdot \gamma_a} + \frac{A \cdot S}{\gamma_a} = 1$$

dengan :

- S : berat semen yang dibutuhkan (ton)
- G<sub>s</sub> : berat jenis semen = 3.15
- G<sub>hls</sub> : berat jenis agregat halus batuan *andesit piroksen* = 2.22
- G<sub>ksr</sub> : berat jenis agregat kasar batuan *andesit piroksen* = 1.72
- γ<sub>a</sub> : berat isi air = 1 ton/m<sup>3</sup>
- P<sub>hls</sub> : nilai perbandingan agregat halus
- P<sub>ksr</sub> : nilai perbandingan agregat kasar
- A : nilai faktor air semen

Perhitungan kebutuhan bahan campuran beton sebagai berikut :

Semen : Agregat = 1 : 3,5

Agregat Halus : Agregat Kasar = 1,2 : 1

FAS = 0,94

$$S : A_{hls} : A_{ksr} = 1 : \frac{1,2}{2,2} \cdot 3,5 : \frac{1}{2,2} \cdot 3,5 = 1 : 1,9090 : 1,5909$$

$$\frac{S}{3,15 \cdot 1} + \frac{1,9090 \cdot S}{2,22 \cdot 1} + \frac{1,5909 \cdot S}{1,72 \cdot 1} + \frac{0,94 \cdot S}{1} = 1$$

$$0,31746 S + 0,86773 S + 0,92495 S + 0,94 S = 1$$

$$3.05014 S = 1$$

$$S = 0,32785 \text{ gr/cm}^3$$

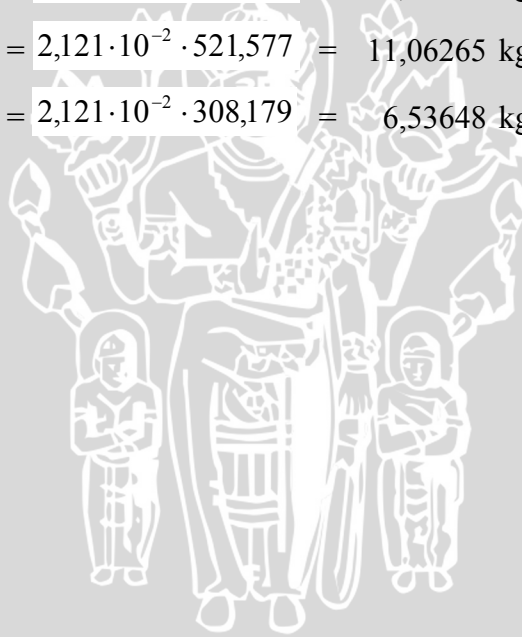
Jadi kebutuhan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton :

- Semen =  $1 \cdot 0,32785 \cdot 1000 = 327,850 \text{ kg}$
- Agregat halus =  $1,9090 \cdot 0,32785 \cdot 1000 = 625,866 \text{ kg}$
- Agregat kasar =  $1,5909 \cdot 0,32785 \cdot 1000 = 521,577 \text{ kg}$
- Air =  $0,94 \cdot 0,32785 \cdot 1000 = 308,179 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{Volume 4 benda uji} &= 4 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \text{ cm}^3 \\ &= 4 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 15^2 \cdot 30 \text{ cm}^3 \\ &= 21205,7504 \text{ cm}^3 \\ &= 2,121 \times 10^{-2} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan bahan untuk 2,121 x 10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup> beton :

- Semen =  $2,121 \cdot 10^{-2} \cdot 327,850 = 6,95370 \text{ kg}$
- Agregat halus =  $2,121 \cdot 10^{-2} \cdot 625,866 = 13,27462 \text{ kg}$
- Agregat kasar =  $2,121 \cdot 10^{-2} \cdot 521,577 = 11,06265 \text{ kg}$
- Air =  $2,121 \cdot 10^{-2} \cdot 308,179 = 6,53648 \text{ kg}$



**Lampiran 12 :****Data Analisa Regresi****Analisis Regresi : Y versus X, Z, XZ, X2, Z2, X2Z, XZ2, X2Z2**

The regression equation is

$$Y = 8321 - 4084 X - 12739 Z + 6271 XZ + 466 X2 + 4916 Z2 - 716 X2Z - 2421 XZ2 + 276 X2Z2$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	8321	4662	1.79	0.078
X	-4084	2344	-1.74	0.085
Z	-12739	7187	-1.77	0.080
XZ	6271	3614	1.73	0.086
X2	466.2	292.8	1.59	0.115
Z2	4916	2764	1.78	0.079
X2Z	-715.9	451.5	-1.59	0.116
XZ2	-2421	1390	-1.74	0.085
X2Z2	276.3	173.6	1.59	0.115

S = 0.9595      R-Sq = 97.52%      R-Sq(adj) = 92.10%

**Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	403.428	50.428	87.42	0.000
Residual Error	91	52.496	0.577		
Total	99	455.924			

Source	DF	Seq SS
X	1	169.457
Z	1	36.101
XZ	1	0.521
X2	1	16.670
Z2	1	169.511
X2Z	1	0.035
XZ2	1	9.671
X2Z2	1	1.461

**Unusual Observations**

Obs	X	Y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
26	3.75	17.5410	19.1119	0.1411	-1.5709	-
2.10R						
41	3.50	22.2390	20.5357	0.2491	1.7033	
2.37R						

R denotes an observation with a large standardized residual

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>					
Multiple R		0,9875			
R Square		0,9752			
Adjusted R Square		0,9210			
Standard Error		0,7595			
Observations		100			

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	8	403,428	50,428	87,41537	0,000
Residual	91	52,497	0,577		
Total	99	455,924			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>
Intercept	8321,029	4661,585	1,785	0,078
X	-4083,441	2344,197	-1,742	0,085
Z	-12738,180	7187,307	-1,772	0,080
XZ	6270,382	3614,321	1,735	0,086
X <sup>2</sup>	466,153	292,825	1,592	0,115
Z <sup>2</sup>	4916,022	2763,634	1,779	0,079
XZ <sup>2</sup>	-715,823	451,482	-1,585	0,116
X <sup>2</sup> Z	-2420,631	1389,764	-1,742	0,085
X <sup>2</sup> Z <sup>2</sup>	276,296	173,602	1,592	0,115

Diperoleh model regresi dua arah sebagai berikut :

$$Y = 8321.029 - 4083.441 X - 12738.18 Z + 6270.382 XZ + 466.1525 X^2 + 4916.022 Z^2 - 715.8233 XZ^2 - 2420.631 X^2Z + 276.296 X^2Z^2$$

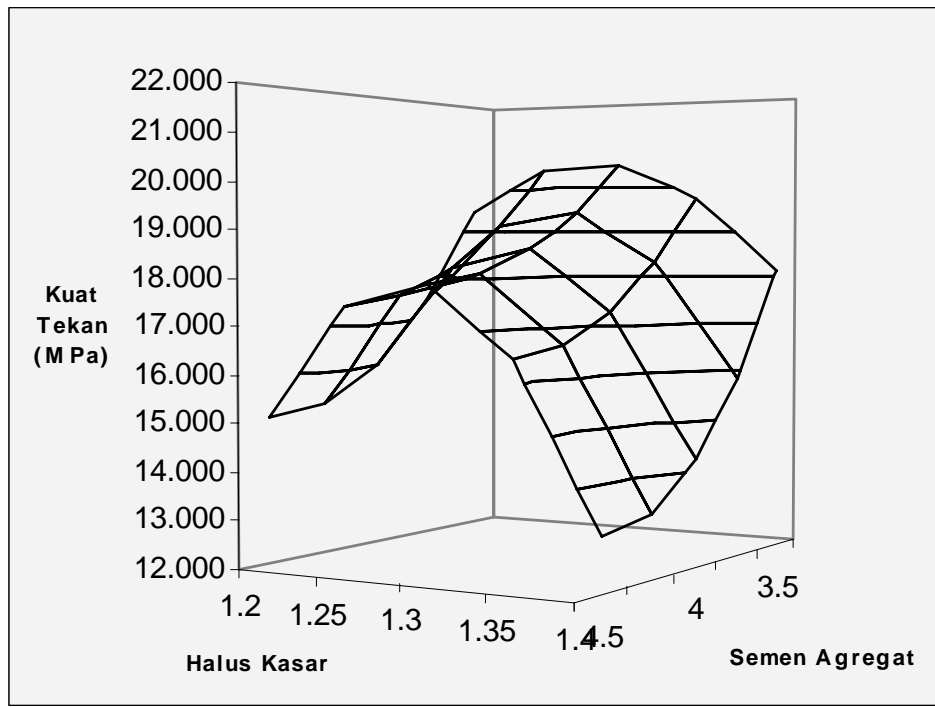


$$Y = 8321.029 - 4083.441X - 12738.18Z + 6270.382XZ + 466.1525X^2 + 4916.022 Z^2 - 715.8233XZ^2 - 2420.631X^2Z + 276.296X^2Z^2$$

NO	X	Z	XZ	X <sup>2</sup>	Z <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Z	XZ <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Z <sup>2</sup>	Y	Y <sup>^</sup>
1	3,50	1,20	4,200	12,250	1,440	14,700	5,040	17,640	20,442	19,492
2	3,50	1,20	4,200	12,250	1,440	14,700	5,040	17,640	18,864	19,492
3	3,50	1,20	4,200	12,250	1,440	14,700	5,040	17,640	19,776	19,492
4	3,50	1,20	4,200	12,250	1,440	14,700	5,040	17,640	19,530	19,492
5	3,75	1,20	4,500	14,063	1,440	16,875	5,400	20,250	18,589	17,438
6	3,75	1,20	4,500	14,063	1,440	16,875	5,400	20,250	17,011	17,438
7	3,75	1,20	4,500	14,063	1,440	16,875	5,400	20,250	17,923	17,438
8	3,75	1,20	4,500	14,063	1,440	16,875	5,400	20,250	17,677	17,438
9	4,00	1,20	4,800	16,000	1,440	19,200	5,760	23,040	16,789	16,012
10	4,00	1,20	4,800	16,000	1,440	19,200	5,760	23,040	15,211	16,012
11	4,00	1,20	4,800	16,000	1,440	19,200	5,760	23,040	16,123	16,012
12	4,00	1,20	4,800	16,000	1,440	19,200	5,760	23,040	15,877	16,012
13	4,25	1,20	5,100	18,063	1,440	21,675	6,120	26,010	16,189	15,215
14	4,25	1,20	5,100	18,063	1,440	21,675	6,120	26,010	14,611	15,215
15	4,25	1,20	5,100	18,063	1,440	21,675	6,120	26,010	15,523	15,215
16	4,25	1,20	5,100	18,063	1,440	21,675	6,120	26,010	15,277	15,215
17	4,50	1,20	5,400	20,250	1,440	24,300	6,480	29,160	15,887	15,047
18	4,50	1,20	5,400	20,250	1,440	24,300	6,480	29,160	14,309	15,047
19	4,50	1,20	5,400	20,250	1,440	24,300	6,480	29,160	15,221	15,047
20	4,50	1,20	5,400	20,250	1,440	24,300	6,480	29,160	14,975	15,047
21	3,50	1,25	4,375	12,250	1,563	15,313	5,469	19,141	20,583	20,442
22	3,50	1,25	4,375	12,250	1,563	15,313	5,469	19,141	19,005	20,442
23	3,50	1,25	4,375	12,250	1,563	15,313	5,469	19,141	19,917	20,442
24	3,50	1,25	4,375	12,250	1,563	15,313	5,469	19,141	19,671	20,442
25	3,75	1,25	4,688	14,063	1,563	17,578	5,859	21,973	19,119	19,111
26	3,75	1,25	4,688	14,063	1,563	17,578	5,859	21,973	17,541	19,111
27	3,75	1,25	4,688	14,063	1,563	17,578	5,859	21,973	18,453	19,111
28	3,75	1,25	4,688	14,063	1,563	17,578	5,859	21,973	18,207	19,111
29	4,00	1,25	5,000	16,000	1,563	20,000	6,250	25,000	18,539	18,165
30	4,00	1,25	5,000	16,000	1,563	20,000	6,250	25,000	16,961	18,165
31	4,00	1,25	5,000	16,000	1,563	20,000	6,250	25,000	17,873	18,165
32	4,00	1,25	5,000	16,000	1,563	20,000	6,250	25,000	17,627	18,165
33	4,25	1,25	5,313	18,063	1,563	22,578	6,641	28,223	18,199	17,604
34	4,25	1,25	5,313	18,063	1,563	22,578	6,641	28,223	16,621	17,604
35	4,25	1,25	5,313	18,063	1,563	22,578	6,641	28,223	17,533	17,604
36	4,25	1,25	5,313	18,063	1,563	22,578	6,641	28,223	17,287	17,604
37	4,50	1,25	5,625	20,250	1,563	25,313	7,031	31,641	18,079	17,430
38	4,50	1,25	5,625	20,250	1,563	25,313	7,031	31,641	16,501	17,430
39	4,50	1,25	5,625	20,250	1,563	25,313	7,031	31,641	17,413	17,430
40	4,50	1,25	5,625	20,250	1,563	25,313	7,031	31,641	17,167	17,430
41	3,50	1,30	4,550	12,250	1,690	15,925	5,915	20,703	22,239	20,534
42	3,50	1,30	4,550	12,250	1,690	15,925	5,915	20,703	20,661	20,534
43	3,50	1,30	4,550	12,250	1,690	15,925	5,915	20,703	21,573	20,534
44	3,50	1,30	4,550	12,250	1,690	15,925	5,915	20,703	21,327	20,534
45	3,75	1,30	4,875	14,063	1,690	18,281	6,338	23,766	20,789	19,404
46	3,75	1,30	4,875	14,063	1,690	18,281	6,338	23,766	19,211	19,404
47	3,75	1,30	4,875	14,063	1,690	18,281	6,338	23,766	20,123	19,404

NO	X	Z	XZ	X <sup>2</sup>	Z <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Z	XZ <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Z <sup>2</sup>	Y	Y <sup>^</sup>
48	3,75	1,30	4,875	14,063	1,690	18,281	6,338	23,766	19,877	19,404
49	4,00	1,30	5,200	16,000	1,690	20,800	6,760	27,040	19,933	18,588
50	4,00	1,30	5,200	16,000	1,690	20,800	6,760	27,040	18,355	18,588
51	4,00	1,30	5,200	16,000	1,690	20,800	6,760	27,040	19,267	18,588
52	4,00	1,30	5,200	16,000	1,690	20,800	6,760	27,040	19,021	18,588
53	4,25	1,30	5,525	18,063	1,690	23,481	7,183	30,526	18,989	18,088
54	4,25	1,30	5,525	18,063	1,690	23,481	7,183	30,526	17,411	18,088
55	4,25	1,30	5,525	18,063	1,690	23,481	7,183	30,526	18,323	18,088
56	4,25	1,30	5,525	18,063	1,690	23,481	7,183	30,526	18,077	18,088
57	4,50	1,30	5,850	20,250	1,690	26,325	7,605	34,223	18,645	17,903
58	4,50	1,30	5,850	20,250	1,690	26,325	7,605	34,223	17,067	17,903
59	4,50	1,30	5,850	20,250	1,690	26,325	7,605	34,223	17,979	17,903
60	4,50	1,30	5,850	20,250	1,690	26,325	7,605	34,223	17,733	17,903
61	3,50	1,35	4,725	12,250	1,823	16,538	6,379	22,326	20,343	19,769
62	3,50	1,35	4,725	12,250	1,823	16,538	6,379	22,326	18,369	19,769
63	3,50	1,35	4,725	12,250	1,823	16,538	6,379	22,326	19,479	19,769
64	3,50	1,35	4,725	12,250	1,823	16,538	6,379	22,326	19,233	19,769
65	3,75	1,35	5,063	14,063	1,823	18,984	6,834	25,629	18,907	18,317
66	3,75	1,35	5,063	14,063	1,823	18,984	6,834	25,629	16,933	18,317
67	3,75	1,35	5,063	14,063	1,823	18,984	6,834	25,629	18,043	18,317
68	3,75	1,35	5,063	14,063	1,823	18,984	6,834	25,629	17,797	18,317
69	4,00	1,35	5,400	16,000	1,823	21,600	7,290	29,160	18,177	17,283
70	4,00	1,35	5,400	16,000	1,823	21,600	7,290	29,160	16,203	17,283
71	4,00	1,35	5,400	16,000	1,823	21,600	7,290	29,160	17,313	17,283
72	4,00	1,35	5,400	16,000	1,823	21,600	7,290	29,160	17,067	17,283
73	4,25	1,35	5,738	18,063	1,823	24,384	7,746	32,919	17,787	16,666
74	4,25	1,35	5,738	18,063	1,823	24,384	7,746	32,919	15,813	16,666
75	4,25	1,35	5,738	18,063	1,823	24,384	7,746	32,919	16,923	16,666
76	4,25	1,35	5,738	18,063	1,823	24,384	7,746	32,919	16,677	16,666
77	4,50	1,35	6,075	20,250	1,823	27,338	8,201	36,906	17,584	16,467
78	4,50	1,35	6,075	20,250	1,823	27,338	8,201	36,906	15,610	16,467
79	4,50	1,35	6,075	20,250	1,823	27,338	8,201	36,906	16,720	16,467
80	4,50	1,35	6,075	20,250	1,823	27,338	8,201	36,906	16,474	16,467
81	3,50	1,40	4,900	12,250	1,960	17,150	6,860	24,010	19,282	18,145
82	3,50	1,40	4,900	12,250	1,960	17,150	6,860	24,010	17,308	18,145
83	3,50	1,40	4,900	12,250	1,960	17,150	6,860	24,010	18,418	18,145
84	3,50	1,40	4,900	12,250	1,960	17,150	6,860	24,010	18,172	18,145
85	3,75	1,40	5,250	14,063	1,960	19,688	7,350	27,563	16,737	15,851
86	3,75	1,40	5,250	14,063	1,960	19,688	7,350	27,563	14,763	15,851
87	3,75	1,40	5,250	14,063	1,960	19,688	7,350	27,563	15,873	15,851
88	3,75	1,40	5,250	14,063	1,960	19,688	7,350	27,563	15,627	15,851
89	4,00	1,40	5,600	16,000	1,960	22,400	7,840	31,360	15,237	14,249
90	4,00	1,40	5,600	16,000	1,960	22,400	7,840	31,360	13,263	14,249
91	4,00	1,40	5,600	16,000	1,960	22,400	7,840	31,360	14,373	14,249
92	4,00	1,40	5,600	16,000	1,960	22,400	7,840	31,360	14,127	14,249
93	4,25	1,40	5,950	18,063	1,960	25,288	8,330	35,403	14,387	13,340
94	4,25	1,40	5,950	18,063	1,960	25,288	8,330	35,403	12,413	13,340
95	4,25	1,40	5,950	18,063	1,960	25,288	8,330	35,403	13,523	13,340
96	4,25	1,40	5,950	18,063	1,960	25,288	8,330	35,403	13,277	13,340

NO	X	Z	XZ	X <sup>2</sup>	Z <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Z	XZ <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Z <sup>2</sup>	Y	Y <sup>^</sup>
97	4,50	1,40	6,300	20,250	1,960	28,350	8,820	39,690	13,977	13,123
98	4,50	1,40	6,300	20,250	1,960	28,350	8,820	39,690	12,003	13,123
99	4,50	1,40	6,300	20,250	1,960	28,350	8,820	39,690	13,113	13,123
100	4,50	1,40	6,300	20,250	1,960	28,350	8,820	39,690	12,867	13,123



### Perhitungan nilai optimum

$$Y = 8321.029 - 4083.441 X - 12738.18 Z + 6270.382 XZ + 466.1525 X^2 + 4916.022 Z^2 - 715.8233 XZ^2 - 2420.631 X^2Z + 276.296 X^2Z^2$$

Dengan asumsi rasio agregat semen (X) sebagai suatu konstanta, persamaan diatas diturunkan terhadap nilai agregat halus kasar (Z). Turunan persamaan tersebut adalah :

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -12738.18 + 6270.382 X + 9832.044 Z - 715.8233 XZ - 4841.26 X^2 +$$

$$552.592 X^2Z = 0$$

Pada X = 3.50

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -343.121Z + 439.3216$$

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0 \Rightarrow Z = 1.280369$$

Pada X = 3.75

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -551.863Z + 709.4873$$

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0 \Rightarrow Z = 1.285621$$

Pada X = 4.00

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -691.532 Z + 890.1752$$

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0 \Rightarrow Z = 1.287251$$

Pada X = 4.25

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -762.127Z + 981.3851$$

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0 \Rightarrow Z = 1.287693$$

Pada X = 4.50

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -763.647Z + 983.1172$$

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0 \Rightarrow Z = 1.287397$$

Nilai Z Optimum rata-rata :

$$Z_{\text{opt}} = \frac{1.280369 + 1.285621 + 1.287251 + 1.287693 + 1.287397}{5} = 1.285666$$

**Lampiran 13 :  
Dokumentasi Penelitian**



**Campuran Beton Ringan**



**Pengujian Slump**



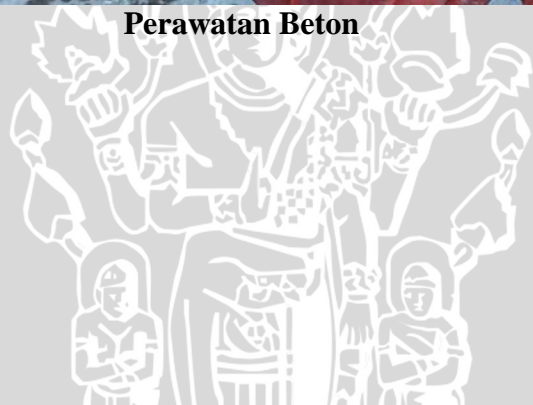
**Campuran Beton dalam Cetakan Silinder**



**Perawatan Benda Uji**



**Perawatan Beton**



**Pengeringan Benda Uji**





**Alat Timbang Benda Uji**



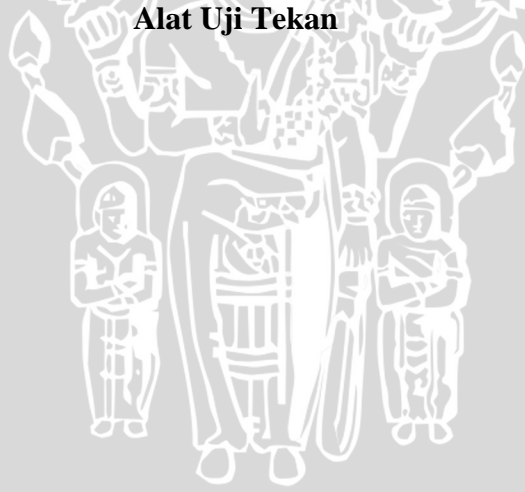
**Penimbangan Dalam Air**







Alat Uji Tekan



## Pernyataan Orisinalitas Skripsi

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur Plagiasi, saya bersedia Skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003 Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, April 2007

Mahasiswa

Nama : Roy Irawan Djatmiko

NIM : 0410612013-61

Jurusan : Teknik Sipil



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan beton telah dimulai sejak zaman Yunani dan digunakan secara lebih intensif pada awal abad kesembilan belas. Beton merupakan campuran antara semen, agregat (kasar dan halus), dan air yang mengeras menjadi benda padat. Kelebihan beton dalam hal kuat menahan tekan serta kemudahannya untuk dibentuk, menjadikan beton sebagai bahan bangunan yang sangat umum dipakai. Disamping kelebihan tersebut, beton juga memiliki kelemahan. Kelemahan beton antara lain berat sendirinya yang besar. Besarnya berat sendiri ini disebabkan karena agregat menempati 70% sampai 75% dari total volume beton dibandingkan dengan bahan campuran beton yang lain.

Untuk mengurangi berat sendiri beton digunakan alternatif jenis agregat yang dapat digunakan untuk membuat beton ringan. Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat isi kering maksimum sebesar  $1900 \text{ kg/m}^3$  dan diperoleh dengan menggantikan agregat normal dengan agregat ringan yang mempunyai berat isi kering gembur maksimum  $1100 \text{ kg/m}^3$ . Agregat ringan ini dapat berupa agregat ringan alami ataupun buatan.

Batu *Andesit Piroksen* 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 dalam campuran beton perlu diteliti agar dapat diketahui kekuatan beton yang dihasilkannya.

Karena agregat menempati sekitar 75% dari isi total beton, maka sifat-sifat fisik dan mekanik agregat ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Untuk mendapatkan beton dengan sifat-sifat seperti yang diharapkan, dapat dengan melakukan variasi terhadap komposisi agregat pada suatu campuran beton mengingat prosentase dari agregat yang cukup besar. Variasi komposisi agregat pada suatu campuran beton menyebabkan sifat-sifat fisik dan mekanis dari beton juga akan bervariasi, terutama kuat tekan dan berat isi beton.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti sebagai berikut :

1. “Apakah variasi komposisi agregat batu *Andesit Piroksen* berpengaruh pada berat isi dan kuat tekan beton?”
2. “Berapakah nilai optimum yang didapat dari variasi komposisi agregat batuan *Andesit Piroksen* terhadap berat isi dan kuat tekan beton?”

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terfokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di laboratorium.
2. Semen yang digunakan adalah semen Gresik Tipe I dengan pertimbangan mudah didapatkan di pasaran. Untuk semen tidak dilakukan penelitian khusus.
3. Agregat yang digunakan adalah batu *Andesit Piroksen* yang berasal dari Gunung Kelud Blitar.
4. Air yang digunakan berasal dari air sumur bor Fakultas Teknik Unibraw Malang.
5. Jumlah benda uji untuk tiap variasi campuran masing-masing 4 buah.
6. Pengujian benda uji dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

## 1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah penggunaan batu *Andesit Piroksen* diharapkan dapat menjadi agregat alternatif pada beton ringan dimana dapat mengurangi berat isi dari beton dan mempunyai kuat tekan yang cukup.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi agregat terhadap kuat tekan dan berat isi beton. Selain itu juga untuk mengetahui besarnya berat dan kuat tekan silinder beton pada suatu kelompok, dimana kelompok ini agregat halus dan kasar yang digunakan berasal dari batu *Andesit Piroksen*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah untuk memberikan pengetahuan tambahan tentang beton dengan agregat batu *Andesit Piroksen*, terutama tentang kuat tekan dan berat isi dari beton tersebut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

##### 2.1.1 Deskripsi

Beton atau *Concrete* adalah bahan yang diperoleh dari pencampuran Semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan campuran sehingga terbentuk massa padat. Bila baja penguat ditempatkan didalam suatu acuan dan campuran beton yang basah dituangkan di sekitar baja, massa akhirnya mengeras menjadi beton bertulang. Kekuatan beton terdiri dari banyak faktor yaitu : proporsi dari campuran, temperatur, dan kelembaban dari tempat dimana campuran diletakkan dan mengeras (*Anonimous*, 1991).

##### 2.1.2 Klasifikasi dan Kegunaan

Beton dapat dibedakan berdasarkan berat volume (*unit weight*) menjadi : (Mehta & Monteiro, 1993)

1. Beton normal, yaitu beton dengan agregat batu normal yang mempunyai berat volume beton antara 2.2-2.4 t/m<sup>3</sup>
2. Beton ringan, yaitu beton dengan agregat batu ringan yang mempunyai berat volume beton tidak lebih dari 1.9 t/m<sup>3</sup>
3. Beton berat yaitu beton dengan agregat batu berat yang mempunyai berat volume beton antara 2.8-3.8 t/m<sup>3</sup>

Kegunaan beton semakin dapat kita rasakan dalam kehidupan kita, terlebih dalam pembangunan. Sebagai contoh jalan dan jembatan yang kita lewati strukturnya terbuat dari beton atau lapangan terbang, break water (pemecah gelombang), dam yang digunakan untuk menyimpan air yang dapat dipergunakan untuk pembangkit tenaga listrik dan bangunan-bangunan lain yang strukturnya terbuat dari beton.

## 2.2 Beton Ringan

### 2.2.1 Deskripsi

Beton ringan total adalah beton ringan yang agregat halusya bukan pasir alami, sedangkan beton ringan berpasir adalah beton ringan yang agregat halusya dari pasir alami. Beton ringan struktur adalah beton yang mempunyai berat isi kering maksimum sebesar  $1900 \text{ kg/m}^3$ , dan diperoleh dengan menggantikan agregat normal dengan agregat ringan yang mempunyai berat isi kering gembur maksimum  $1100 \text{ kg/m}^3$ . Agregat ringan ini dapat berupa agregat ringan alami ataupun buatan seperti yang telah disampaikan diatas (*Anonimous*, 1991).

Secara ekonomi harga beton ringan per  $\text{m}^3$  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).

### 2.2.2 Klasifikasi dan Kegunaan

Beton ringan yang menggunakan agregat ringan diklasifikasikan menjadi tiga macam (*Neville*, 1981) :

1. Beton Densitas Rendah atau *Low Density Concrete* adalah beton ringan nonstruktural yang dipakai untuk isolasi atau penyekat panas dengan berat isi kering pada umur 28 hari tidak lebih  $800 \text{ kg/m}^3$  dan kekuatan tekan antara (0.69 - 6.89 ) MPa.
2. Beton dengan Kekuatan Moderat atau *Moderate Strength Concrete* adalah beton ringan yang menggabungkan sifat nonstruktural sebagai penyekat panas dengan peningkatan pada kekuatannya serta digunakan untuk beton penambal, beton jenis ini mempunyai berat isi kering pada umur 28 hari

sebesar (800–1440) kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan tekannya sebesar (6.89 –17.24) MPa.

3. Beton Struktural atau *Structural Concrete* adalah beton ringan struktural yang dipakai untuk elemen struktur bangunan dan mempunyai berat isi kering pada umur 28 hari sebesar (1440–1850) kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan tekannya sebesar lebih dari 17.24 MPa. Kekuatan tekan ini bisa mencapai 34.47 MPa bahkan dengan perencanaan campuran yang sangat teliti dapat mencapai 41.36 MPa.

Kegunaan beton ringan jenis pertama dan kedua kurang berkembang sampai sekarang, sedangkan jenis beton struktural dari tahun 1950 sampai sekarang meningkat dengan pesat. Dengan melihat kekuatan tekan beton ringan struktural yang besar, maka beton jenis ini akan dapat digunakan pada elemen-elemen struktur bangunan, baik yang dicetak setempat atau *cast in place*, pracetak atau *precast* dan pratekan atau *prestressed*. Di negara maju, terutama Amerika Serikat dan Canada, beton ringan struktural ini banyak dipakai untuk elemen-elemen struktur seperti balok, pelat lantai dan atap maupun dinding gedung-gedung tinggi sampai 42 lantai, untuk lantai jembatan bahkan juga digunakan untuk atap stadion (Robinson *et.al.*, 1993).

### 2.2.3 Proporsi Campuran

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyusunan proporsi beton ringan adalah absorpsi dan kandungan air agregat (beton yang dibuat dengan agregat ringan yang kering akan memiliki berat isi segar yang lebih rendah dibandingkan dengan agregat ringan yang basah), gradasi agregat (persentase yang terjadi pada setiap saringan dan modulus kehalusan, per berat dan per volume, dihitung sebagai perbandingan) dan rasio air-semen (campuran beton ringan biasanya dilakukan dengan campuran coba-coba berdasarkan jumlah semen dan air yang dibutuhkan). Menentukan proporsi beton ringan struktural dapat dilakukan dengan metode Volume (*Volumetric Method*). Metode ini dapat digunakan untuk beton ringan total maupun beton ringan berpasir. Volume total dari agregat yang diperlukan dihitung dari jumlah volume yang sama pada agregat basah dan lepas. biasanya berkisar antara 28 – 34 ft<sup>3</sup>/yd<sup>3</sup>. Total volume



yang hilang dari agregat yang diperlukan dan proporsi dari agregat halus dan kasar tergantung dari beberapa variabel. Variabel-variabel ini berhubungan dengan sifat-sifat agregat dan properti beton yang akan dibuat. Campuran pada beton ringan berbeda dengan beton normal. Perbandingan agregat halus pada beton ringan lebih besar daripada agregat kasarnya. Berbeda dengan beton normal, perbandingan agregat halusnya lebih kecil daripada agregat kasarnya. Hal ini disebabkan karena modulus kehalusan per volume pada beton ringan lebih besar dibanding dengan modulus kehalusan per beratnya (Klieger *et. al.*, 1976 ; Boyle *et. al.*, 1998).

#### 2.2.4 Karakteristik Fisik dan Mekanik

Pada beton segar, karena agregat ringan banyak mengandung pori-pori maka kebutuhan air pada campuran akan meningkat dan hal ini akan menyulitkan penentuan kebutuhan air dengan menggunakan faktor air semen dalam perencanaan campuran, untuk itu keperluan air dalam campuran beton akan ditentukan berdasarkan pada workabilitas yang dinyatakan oleh nilai *slump* saja dan umumnya dibatasi maksimum 100 mm. Dengan demikian untuk mencapai kemudahan pengerjaan beton segar maka akan diperlukan lebih banyak air dan untuk tetap mempertahankan kekuatan tekannya maka faktor air semen harus tetap rendah, hal ini dapat dicapai hanya dengan meningkatkan kandungan semen dalam campuran (Neville, 1981).

Tabel 2.1 Sifat-sifat beton ringan dari tipe yang berbeda

Type of Lightweight Concrete	Type of Aggregate	Density of Aggregate ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) <sup>a</sup>	Cube Crushing Strength at 28 days (MPa) <sup>a</sup>	Density of Concrete ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) <sup>a</sup>
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	5.5-8.3	960-1200
	Clinker	720-1040	2.1-6.9	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 <sup>b</sup>
	Sintered pulverized – fuel ash	680-960	13.8-41.4	1360-1760 <sup>b</sup>
	Expanded clay or shale	560-1040	13.8-41.4	1360-1840 <sup>b</sup>

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

Sumber : Aman Subakti, 1994

## 2.3 Beton Ringan Beragregat Batuan Andesit Piroksen

### 2.3.1 Batuan Andesit Piroksen

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 yang 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).

Deskripsi batuan *Andesit Piroksen* menurut Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi Bandung yang dikutip oleh Arsito Pandojo (1994), Faishol Ahmad (1994) dan Sofiaty N.K (1994) adalah sebagai berikut :

a. Ciri-ciri Megaskopis

Warna : Abu-abu kehitaman

Struktur : Kompak mengandung rongga (cukup dominan )

b. Ciri- ciri Mikroskopis

Warna : Keruh Kehijauan berbintik hitam

Struktur : Cukup halus. mengandung rongga halus sampai sedang kurang lebih 20%.

c. Susunan mineral pembentuk batuan :

Plagioklas (an. 32-an. 42) : 30%

Piroksen : 7%

Magnetit : 9%

Massa dasar : 59%

Berdasarkan penelitian terhadap batuan *Andesit Piroksen* dari Sungai Badak yang merupakan daerah aliran lahar Gunung Kelud Blitar dan mendapatkan karakteristik-karakteristik fisik sebagai berikut (Ali Zaki, 1993) :

1. Kadar air rata-rata sebesar  $w = 0.51 \%$
2. Berat Jenis Bulk rata-rata sebesar  $G_s \text{ bulk} = 1.435$
3. Berat Jenis Bulk SSD rata-rata sebesar  $G_s \text{ bulk sss} = 1.695$
4. Berat Jenis rata-rata sebesar  $G_s = 1.94$
5. Absorpsi air rata-rata sebesar 18.34 %
6. Berat satuan rata-rata  $\gamma = 920 \text{ kg/m}^3$
7. Keausan dengan Alat Los Angeles sebesar 63.1 %

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 jaman kerajaan Jawa kuno batuan ini banyak sekali dipakai untuk bahan bangunan candi-candi. Pemanfaatan yang mungkin lebih masal 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).



Gambar 2.1 Batuan *Andesit Piroksen*

Gambar 2.2 *Andesit Piroksen* (jarak dekat)

Sumber : Chandra Ika Yudha, 2003 ; Galih Wicaksono, 2005; Denny Fachyudien, 2005

### 2.3.2 Penggunaan Batuan *Andesit Piroksen* Sebagai Agregat Batako

Batako dari batu apung adalah suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama yaitu agregat pasir dari batu apung, semen portland dan air sehingga menjadi satu kesatuan berbentuk bata beton. yang dibuat untuk pasangan dinding. Penelitian dan pemanfaatan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat halus pada batako telah dilakukan untuk tugas akhir yaitu : penggunaan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat halus batako dan meneliti pengaruh variasi gradasinya terhadap berat isi, absorpsi dan kuat tekan batako. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam gradasi perbandingan campuran yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran berat batako sebelum direndam, setelah direndam, setelah dioven dan ditimbang dalam air serta pengujian kuat hancur batako, dengan ukuran  $20 \times 10 \times 8 \text{ cm}^3$  pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang nyata pada kuat tekan batako antara batako yang menggunakan agregat halus yang terdistribusi merata dengan batako yang menggunakan agregat halus yang tidak merata. Penggunaan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat halus batako dan meneliti pengaruh variasi pematatannya terhadap berat isi, absorpsi dan kuat tekan

batako. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam gradasi perbandingan campuran yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran berat batako sebelum direndam, setelah direndam, setelah dioven dan ditimbang dalam air serta pengujian kuat hancur batako, dengan ukuran  $20 \times 10 \times 8 \text{ cm}^3$  pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan nyata dari variasi campuran semen dan beban pemadatan terhadap berat isi, absorpsi dan kuat tekan (Sumardi, 1996 ; Muhamad Rusdy, 1996).

### **2.3.3 Penggunaan Batuan *Andesit Piroksen* Sebagai Beton Ringan Berpasir**

Batuan *Andesit Piroksen* telah diteliti sebagai agregat kasar beton ringan untuk tugas akhir yaitu : penggunaan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat kasar beton ringan berpasir dan meneliti pengaruhnya terhadap reduksi berat dan kuat tekannya. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam perbandingan campuran tertentu beton ringan berpasir dengan faktor air semen yang juga telah ditetapkan selanjutnya dilakukan pengukuran berat dan pengujian kuat tekan benda uji berupa kubus  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$  pada umur 28 hari serta hasil-hasilnya dibandingkan dengan beton normal dalam keadaan yang sama. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan berat yang kurang berarti antara kedua macam beton ini, sehingga cukup janggal apabila dilihat berat isi batuan yang relatif kecil tapi diperoleh berat isi beton ringan berpasir yang juga kecil namun tidak berbeda jauh dengan beton normal (Ali Zaki, 1993).

Penggunaan batuan *Andesit Piroksin* sebagai agregat kasar beton ringan berpasir dan meneliti hubungan antara kuat tarik belah dengan kuat tekannya serta hubungan antara kuat tarik lentur dengan kuat tarik langsung dan kuat tarik belahnya. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam perbandingan campuran tertentu beton ringan berpasir dengan faktor air semen yang juga telah ditetapkan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji berupa silinder  $\text{Ø}16 \times 32 \text{ cm}$  dan balok  $15 \times 15 \times 45 \text{ cm}$  pada umur 28 hari. Hasil penelitian ini hanya memberikan sumbangan yang cukup untuk karakteristik mekanik beton ringan beragregat batuan *Andesit Piroksen* (Sofiati Nur K.S., 1994 ; Faishol Aziz, 1994).

### 2.3.4 Penggunaan Batuan *Andesit Piroksen* Sebagai Beton Ringan Total

Penelitian dan pemanfaatan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat kasar beton ringan total telah dilakukan untuk tugas akhir yaitu : penggunaan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat kasar beton ringan total dan meneliti pengaruhnya terhadap berat isi dan kuat tekan beton. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam perbandingan campuran tertentu beton ringan total dengan faktor air semen yang juga telah ditetapkan selanjutnya dilakukan pengukuran berat dan pengujian kuat tekan benda uji berupa silinder, dengan ukuran diameter 152 mm tinggi 305 mm pada umur 28 hari serta hasil-hasilnya dibandingkan dengan beton normal dalam keadaan yang sama. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan berat yang kurang berarti antara kedua macam beton ini, sehingga cukup janggal apabila dilihat berat isi batuan yang relatif kecil tapi diperoleh berat isi beton ringan total yang juga kecil namun tidak berbeda jauh dengan beton normal (Chandra Ika Yudha, 2003).

Penggunaan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat kasar beton ringan total dan meneliti pengaruhnya terhadap modulus elastisitas dan rasio poisson beton. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam perbandingan campuran tertentu beton ringan total dengan faktor air semen yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran berat dan pengujian kuat tekan benda uji berupa silinder, dengan ukuran diameter 152 mm tinggi 305 mm pada umur 28 hari. Hasil penelitian ini hanya memberikan sumbangan yang cukup untuk karakteristik mekanik beton ringan total beragregat batuan *Andesit Piroksen* (Galih Wicaksono, 2004).

Penggunaan batuan *Andesit Piroksen* sebagai agregat kasar beton ringan total dan diteliti pengaruhnya terhadap kuat tarik belah dan kuat lentur beton. Pada penelitian ini digunakan beberapa macam perbandingan campuran tertentu beton ringan total dengan nilai *slump* yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran berat dan pengujian kuat tarik belah benda uji berupa silinder, dengan ukuran diameter 150 mm tinggi 300 mm pada umur 28 hari dan benda uji balok berukuran 150x150x450 mm untuk pengujian kuat lentur beton. Hasil penelitian ini hanya memberikan sumbangan yang cukup untuk karakteristik mekanik beton ringan total beragregat batuan *Andesit Piroksen* (Denny Fachyudien, 2005).

### 2.3.5 Karakteristik Fisik dan Mekanik Beton Ringan Berpasir

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan campuran semen, pasir, batuan *Andesit Piroksen* sebesar 1 : 3 : 2.75 dengan faktor air semen 0.8 yang memberikan *slump* rata-rata sebesar 1.56 cm adalah yang optimal dan pada umur 28 hari memberikan berat isi rata-rata sebesar 1928.89 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan hancur rata-rata sebesar 14.76 MPa. Sedangkan hasil penelitian yang lain menunjukkan bahwa perbandingan campuran 1 : 2 : 2 dengan faktor air semen 0.6 yang memberikan *slump* rata-rata sebesar 16 cm adalah yang optimal dan pada umur 28 hari memberikan kuat tekan hancur rata-rata sebesar 20.24 Mpa, kuat tarik belah rata-rata sebesar 3.03 MPa, kuat tarik lentur rata-rata sebesar 4.68 MPa dan kuat tarik langsung rata-rata sebesar 1.72 MPa (Ali Zaki, 1993 ; Sofiati Nur K.S., 1994 ; Faishol Aziz, 1994).

Hasil-hasil ini adalah janggal terutama dalam teknik perencanaan campuran, secara teoritis penentuan kadar air pada perencanaan campuran beton ringan berdasarkan pada faktor air semen adalah sulit karena besarnya porositas agregat ringan, demikian pula beragamnya nilai *slump* yang diperoleh, yang pertama faktor air semen besar tetapi nilai *slump*-nya kecil yang kedua faktor air semen sedang namun memberikan nilai *slump* yang besar bahkan melebihi batas *slump* maksimum yang ditentukan sebesar 10 cm.

### 2.3.6 Karakteristik Fisik dan Mekanik Beton Ringan Total

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan campuran semen dan agregat sebesar 1 : 2.25 dengan faktor air semen 0.42 yang memberikan *slump* rata-rata sebesar 8.5 cm adalah yang optimal dan pada umur 28 hari memberikan berat isi rata-rata sebesar 2064.207 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan hancur rata-rata sebesar 32.78 MPa (Chandra Ika Yudha, 2003 ; Galih Wicaksono, 2005).

Penelitian ini memberikan hasil yang janggal, terutama ditinjau dari berat isinya yang sebesar 2064.207 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan berdasarkan ketentuan yang ada, berat isi kering beton ringan struktur pada umur 28 hari berkisar antara (1440-1900) kg/m<sup>3</sup>. Jadi berat isi hasil penelitian lebih besar dari ketentuan yang ada. Dari segi besarnya, berat isi menunjukkan beton ini bukanlah termasuk klasifikasi beton ringan struktural. Tetapi dari segi kuat tekannya yang sebesar 32.78 Mpa, beton ini masih memenuhi syarat yang berlaku yaitu sebesar (17.24 - 41.36) MPa.

Terjadinya berat isi beton yang melebihi syarat ini adalah karena masih adanya kekurangan dalam teknik perencanaan campuran. Agregat ringan *andesit piroksen* memiliki porositas yang besar, sehingga air akan menempati rongga-rongga dalam agregat saat proses pencampuran beton. Oleh karena itu, maka penentuan kadar air pada perencanaan campuran beton ringan berdasarkan pada faktor air semen menjadi sulit.

## **2.4 Absorpsi Agregat**

### **2.4.1 Definisi**

Absorpsi atau penyerapan agregat adalah perbandingan berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen. Percobaan absorpsi dilakukan untuk mengetahui kandungan air dalam agregat. Hal ini dikarenakan air yang terkandung di dalam agregat akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan di dalam campuran (mix). Perubahan kadar air tidak hanya tergantung dari pengiriman, tapi juga pengaruh dari cuaca (misalnya hujan atau panas terik) dan lamanya menyimpan (Anonimous, 1989 ; Paulus Nugraha, 1989).

### **2.4.2 Pengujian dan Perhitungan Pada Agregat Halus**

Urutan proses pengujian agregat halus adalah sebagai berikut :

Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$ , didinginkan pada suhu ruang kemudian direndam dalam air selama 24 jam. Setelah itu air perendam dibuang, agregat ditebarkan di atas talam dan keringkan di udara panas, pengeringan dilakukan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.

Keadaan kering permukaan jenuh diperiksa dengan mengisikan benda uji ke dalam kerucut terpancung. Kemudian masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer, masukkan air suling sampai tercapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.

Piknometer direndam dalam air dan suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$ . Benda uji dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator. Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (Bk) (Anonimous,1989).



Perhitungan absorpsi agregat halus adalah sebagai berikut :

$$\text{Absorpsi} = \frac{500 - B_k}{B_k} \times 100 \% \quad (2-1)$$

Keterangan :

$B_k$  = berat benda uji kering oven. dalam gram

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh. dalam gram

### 2.4.3 Pengujian dan Perhitungan Pada Agregat Kasar

Urutan proses pengujian agregat kasar adalah sebagai berikut :

Mencuci benda uji kemudian mengeringkan dalam oven pada suhu  $110^\circ \text{C}$  sampai berat tetap. Benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0.5 gram ( $B_k$ ). Setelah itu benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam. Benda uji dikeluarkan dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang. Kemudian menimbang benda uji kering permukaan jenuh ( $B_j$ ) (Anonimous,1989).

Perhitungan absorpsi agregat halus adalah sebagai berikut :

$$\text{Absorpsi} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \% \quad (2-2)$$

Keterangan :

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh. dalam gram

$B_k$  = berat benda uji kering oven. dalam gram

## 2.5 Workabilitas Beton

### 2.5.1 Workabilitas

Workabilitas adalah mudah tidaknya pengerjaan beton, biasanya diukur dengan besarnya *slump*. Newman mengusulkan agar didefinisikan pada sekurang-kurangnya tiga buah sifat yang terpisah :

- 1) Kompaktibilitas atau kemudahan di mana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil.
- 2) Mobilitas atau kemudahan dimana beton dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar baja dan dituang kembali.
- 3) Stabilitas atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi

segregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya (Murdock & Brook, 1986).

### 2.5.2 Pengujian *Slump*

*Slump* beton adalah besaran kekentalan / plastisitas dan kohesif dari beton segar. Hasil uji *slump* digunakan dalam pekerjaan perencanaan campuran beton dan pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan. Pengujian *slump* beton melalui beberapa tahapan sebagai berikut, cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah. kemudian diletakkan di atas plat dengan kokoh. Cetakan diisi sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis, tiap lapis berisi kira-kira sepertiga isi cetakan, tiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Permukaan benda uji diratakan dengan tongkat, kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas, cetakan dibalik dan diletakkan di samping benda uji, *slump* yang terjadi diukur dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji (dalam cm). Hal-hal yang mempengaruhi pengujian *slump* adalah : kebersihan cetakan. landasan cetakan tidak rata, tidak meratanya tusukan pada setiap lapisan beton segar pada cetakan dan lamanya waktu pengujian (Anonimous, 1989).

### 2.6 Berat Isi Beton

Berat isi beton ringan struktural adalah berat beton ringan keras kering udara persatuan isi. Berat isi beton dihitung menurut rumus (Anonimous, 1994) :

$$Blk = \frac{Bk, ux1000}{Bk, p - Ba} \quad (kg / m^3) \quad (2-3)$$

$Blk$  = berat isi beton ringan keras

$Bk, u$  = berat benda uji silinder beton umur 28 hari, dalam keadaan kering udara (kg)

$Bk, p$  = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh setelah umur 24 jam (kg)

$Ba$  = berat benda uji silinder beton dalam air (kg)

### 2.7 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 2.2. 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).

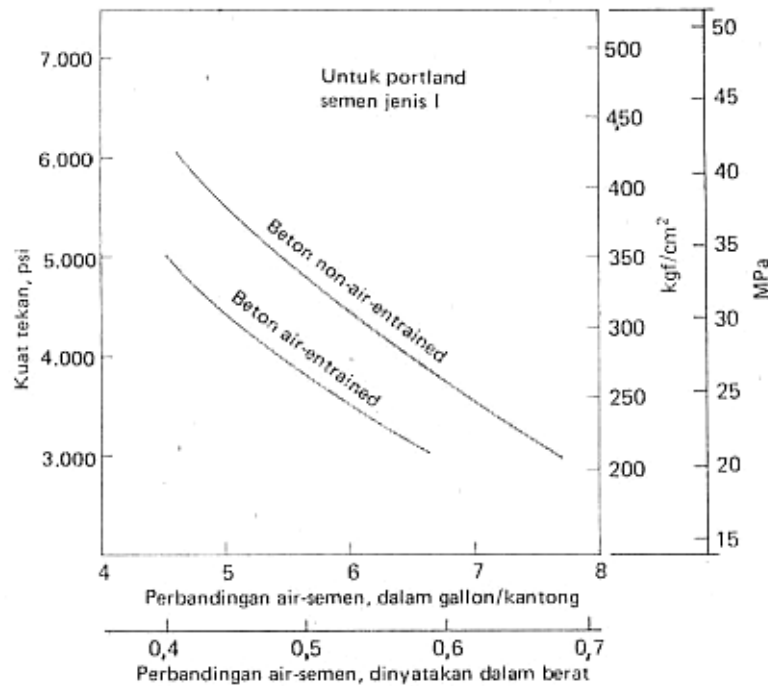
Perhitungan kuat tekan beton dilakukan dengan rumus (Anonimous, 1989) :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (2-4)$$

$f'c$  = kuat tekan beton

$P$  = beban maksimum (kg)

$A$  = luas penampang benda uji ( $\text{cm}^2$ )



Gambar 2.3 Perbandingan kuat tekan dengan air semen.

Sumber : Wang & Salmon, 1994

Selain faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton diatas. terdapat beberapa faktor yang juga berpengaruh. Faktor tersebut adalah :

1. Jenis semen dan kualitasnya.

Mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kekuatan batas.

2. Jenis dan bidang permukaan agregat.

Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat desak maupun kuat tarik yang lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai.

3. Efisiensi dari perawatan.

Kehilangan kekuatan sebesar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada waktu pembuatan benda uji.

4. Suhu.

Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku, kuat beton akan tetap rendah untuk waktu yang lama.

5. Umur.

Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah sejalan dengan umurnya. Kecepatan pertambahan kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat tekannya pada 24 jam sama dengan portland biasa pada umur 28 hari. Pengerasan berlangsung terus secara lambat sampai beberapa tahun. Hal-hal diatas berlaku untuk muatan statis. Bilamana dibebani oleh muatan tidak statis dan berulang-ulang beton runtuh pada beban yang lebih kecil dari beban statisnya, ini dikenal sebagai patah lelah. Sejumlah penelitian yang pernah diadakan menyimpulkan bahwa setelah beberapa juta pengulangan beban, kekuatan patah lelah yang berupa desak adalah 50% - 60% dari kuat batas statis. Analisis kuat tekan benda uji yang diperoleh dari pekerjaan dilapangan menunjukkan bahwa nilai distribusinya berhubungan dengan teori Probabilitas (kemungkinan). Mutu pelaksanaan dan kekuatan beton sbb:

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{i=1}^N \sigma'_b}{N} \quad (2-5)$$

$\sigma'_b$  = Kekuatan yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma'_{bm}$  = Kekuatan tekan beton rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ )

$N$  = Jumlah seluruh hasil pemeriksaan . dari seluruh benda uji yang diperiksa

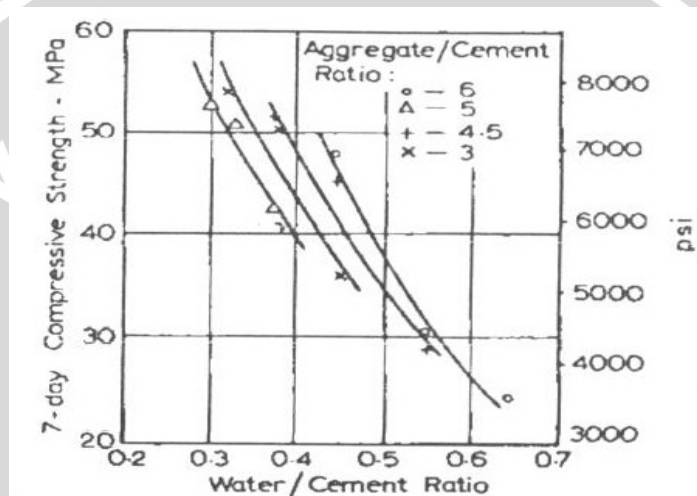
Variasi kekuatan benda uji diatas selain disebabkan kesalahan pengujian, yang seharusnya kecil, dan variasi kecepatan pengerasan semen. Variasi tergantung pada ketelitian dan perhatian yang diberikan oleh pembuat betonnya dan perawatan contoh benda uji di lapangan. Sebab utama variasi kubus beton dapat disimpulkan sebagai berikut (Murdock & Brook, 1986 ; *Anonimous*, 1971) :

1. Ketidaktepatan dalam posisi kerikil, pasir dan semen. Hal ini mungkin penyebab tunggal yang terbesar pada variasi di lapangan.
2. Variasi pada faktor air semennya, variasi semacam ini lebih dipersulit lagi oleh kebutuhan akan workabilitasnya (kemudahan pengerjaan) yang lebih baik bilamana mempergunakan suatu campuran dimana proporsi kerikil (batu pecah), pasir dan semen sangat bervariasi.
3. Variasi gradasi agregat yang memerlukan perubahan faktor air semen, bilamana hendak dipertahankan suatu workabilitasnya yang seragam.
4. Pematatannya kurang, gelembung udara sangat kecil akan menyebabkan reduksi kekuatan yang besar.
5. Perawatan tidak memuaskan, bilamana beton diperkenankan mengering selama 24 jam yang pertama, kehilangan kekuatan mungkin mencapai 50% yang tidak akan dicapai kembali sepenuhnya dengan membasahi kembali pada periode berikutnya.
6. Variasi suhu, ini pengaruhnya paling kelihatan pada umur beton muda.
7. Variasi kualitas semen.

## **2.8 Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Berat Isi dan Kekuatan Tekan Beton Ringan**

Karena agregat menempati sekitar 75% dari isi total beton. maka sifat-sifat fisik dan mekanik agregat ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap perilaku dari beton yang sudah mengeras. Untuk mendapatkan beton dengan sifat-sifat seperti yang diharapkan, cukup dengan melakukan variasi terhadap komposisi agregat pada suatu campuran beton mengingat prosentase dari agregat yang cukup besar. Variasi komposisi agregat pada suatu campuran beton menyebabkan sifat-sifat fisik dan

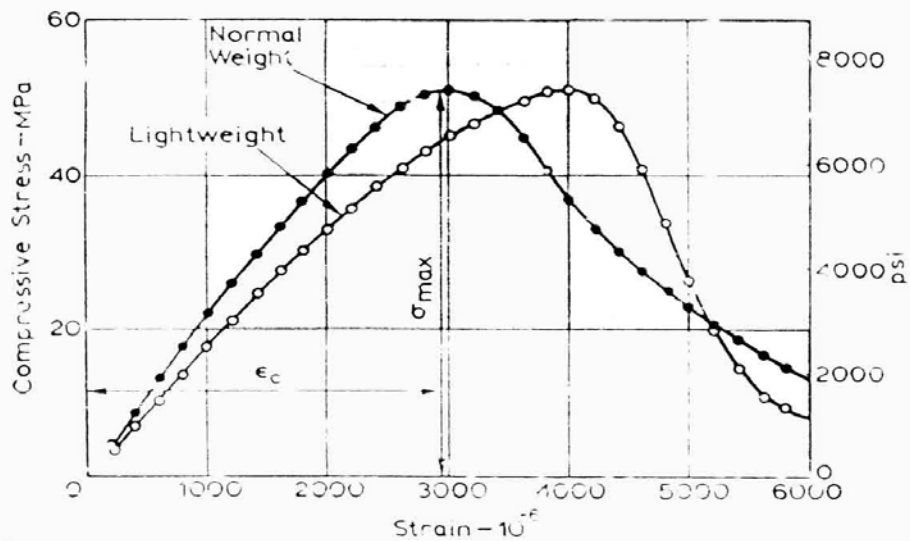
mekanis dari beton juga akan bervariasi, terutama kuat tekan dan berat isi beton. Pada gambar 2.4 dapat dilihat bahwa perbandingan antara agregat dengan semen pada campuran beton mempengaruhi Kekuatan Tekan Beton. Semakin kecil perbandingan Agregat Semen maka semakin besar Kuat Tekan yang dihasilkan. Untuk faktor air semen yang konstan, campuran beton dengan kandungan semen yang lebih sedikit (leaner mix) memiliki kekuatan yang lebih tinggi. Kelakuan ini dihubungkan dengan penyerapan air oleh agregat dan kebutuhan air untuk melunasi permukaan agregat.



Gambar 2.4 Perbandingan Agregat Dengan Semen Terhadap Kekuatan Beton.

Sumber : Neville, 1981

Perbandingan nilai tegangan-regangan antara beton normal dan beton ringan tidak jauh berbeda (gambar 2.5), dengan demikian sifat-sifat yang mempengaruhi dan berlaku pada beton normal akan menimbulkan pengaruh yang mirip dengan beton ringan (Neville, 1981).



Gambar 2.5 Hubungan Tegangan-Regangan Beton Normal dan Beton Ringan

Sumber : Neville, 1981

## 2.9 Hipotesis Penelitian

Setelah mempelajari uraian di atas, maka dapat diambil hipotesis penelitian sebagai berikut :

Diduga variasi agregat batuan *Andesit Piroksen* pada campuran beton ringan memberikan pengaruh terhadap berat isi dan kekuatan tekan beton.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai pada bulan April 2005 sampai dengan selesai.

#### 3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah persiapan alat dan bahan.

##### a. Persiapan alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- timbangan
- cetakan silinder, diameter 152 mm, tinggi 305 mm
- tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 600 mm
- *profing ring*
- *dial gauge*
- *compressometer* dan *extensometer*
- gelas ukur
- jangka sorong
- alat uji tekan
- satu set alat pemeriksaan *slump*
- molen
- ayakan

##### b. Bahan yang diperlukan adalah :

- semen Gresik type I
- agregat batu *Andesit Piroksen* yang diperoleh dari Gunung Kelud Blitar



### 3.3 Rancangan Penelitian

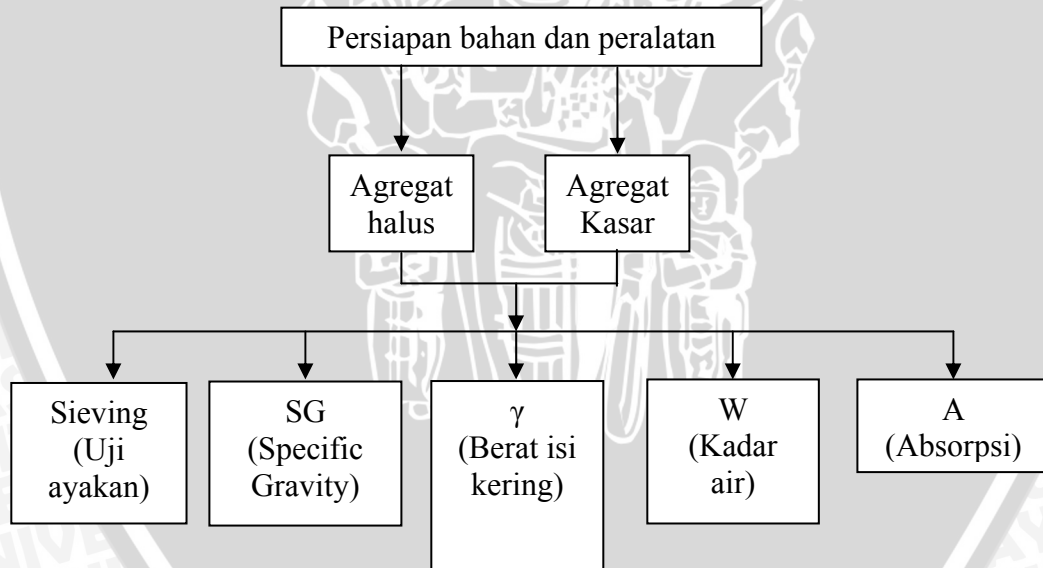
Rancangan penelitian disusun untuk uji tekan pada umur 28 hari ini, Rancangan tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

No	Perbandingan Semen dan Agregat	Perbandingan Agregat Halus dan Agregat Kasar				
		1.20:1.00	1.25:1.00	1.3:1.00	1.35:1.00	1.40:1.00
1	1 : 3.50	4	4	4	4	4
2	1 : 3.75	4	4	4	4	4
3	1 : 4.00	4	4	4	4	4
4	1 : 4.25	4	4	4	4	4
5	1 : 4.50	4	4	4	4	4

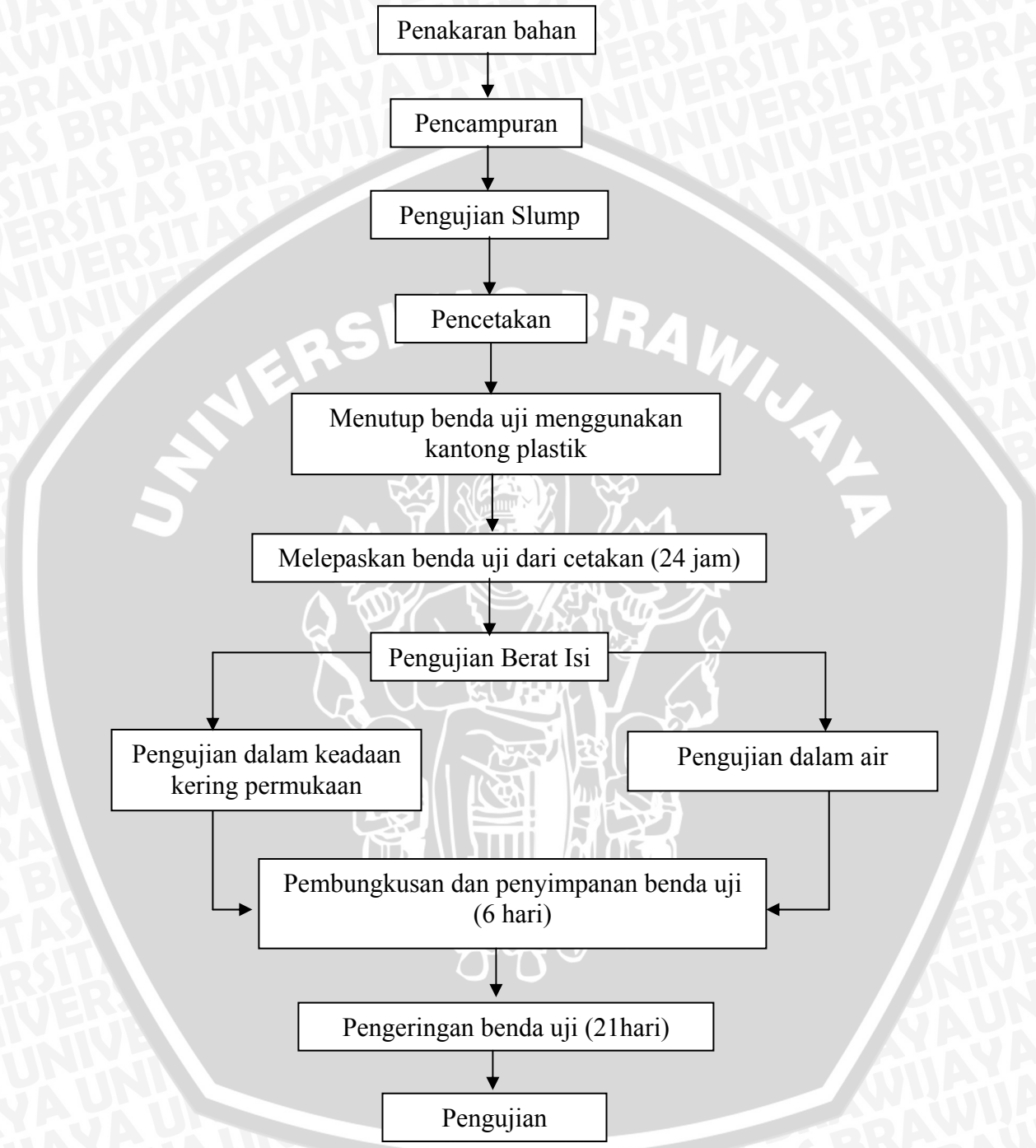
### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pengujian Bahan



Gambar 3.1 : Skema Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar Batuan *Andesit Piroksen*

3.4.2 Pembuatan Benda Uji



Gambar 3.2 : Skema Pembuatan Benda Uji Beton Ringan

### 3.4.3 Pengujian Benda Uji



Gambar 3.3 : Skema Pengujian Kuat Tekan Beton

### 3.5. Variabel Penelitian

Variabel Penelitian yang diuji adalah sebagai berikut :

- Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti mengikuti aturan yang sering digunakan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi perbandingan semen dengan agregat dan agregat halus dengan agregat kasar.
- Variabel tak bebas adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas. Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah kuat tekan dan berat isi beton.

### 3.6. Analisis Data

#### 3.6.1. Perhitungan berat isi beton

Perhitungan berat isi dari silinder beton dapat dihitung menurut persamaan (2-3).

#### 3.6.2. Perhitungan kuat tekan beton

Perhitungan kuat tekan dari silinder beton dapat dihitung menurut persamaan (2-4).

#### 3.6.3. Uji Normalitas dan Homogenitas Data

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan program SPSS 13.0 dengan memakai uji Kolmogorov-Smirnov. Dasar pengambilan keputusan :

- Jika nilai probabilitas (*Sig.*) < 0.05 maka distribusi sampel tidak normal.
- Jika nilai probabilitas (*Sig.*) > 0.05 maka distribusi sampel adalah normal.

Uji Homogenitas dalam penelitian ini juga dilakukan dengan menggunakan program SPSS 13.0. Hipotesis statistik untuk uji homogenitas varian dalam program ini yaitu :

$H_0$  = varian populasi tidak ada perbedaan (homogen).

$H_1$  = varian populasi ada perbedaan (tidak homogen).

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika nilai probabilitas (*Sig.*) > 0.05 maka  $H_0$  diterima.  $H_1$  ditolak.
- Jika nilai probabilitas (*Sig.*) < 0.05 maka  $H_0$  ditolak.  $H_1$  diterima.

#### 3.6.4. Analisis Varian Dua Arah

Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh variasi rasio semen agregat dan variasi rasio agregat halus agregat kasar terhadap berat isi dan kuat tekan beton ringan akan digunakan uji statistik analisis varian dua arah. Uji ini dilakukan dengan program SPSS 13.0.

Pernyataan ada atau tidaknya pengaruh dua variasi proporsi tersebut pada beton ringan terhadap berat isi dan kuat tekan dinyatakan secara statistik sebagai berikut :

1.  $\alpha$  = pengaruh proporsi semen dengan agregat

2.  $\beta$  = pengaruh proporsi agregat halus dengan agregat kasar
3.  $\alpha\beta$  = pengaruh interaksi faktor proporsi semen dengan agregat dan proporsi agregat halus dengan agregat kasar

Ketiga hipotesisnya dinyatakan sebagai berikut :

1.  $H_0^1 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_i$   
 $H_1^1 : \text{paling sedikit satu } \alpha_i \neq 0$
2.  $H_0^2 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_j$   
 $H_1^2 : \text{paling sedikit satu } \beta_j \neq 0$
3.  $H_0^3 : (\alpha\beta)_{11} = (\alpha\beta)_{12} = \dots = (\alpha\beta)_{ij}$   
 $H_1^3 : \text{paling sedikit satu } (\alpha\beta)_{ij} \neq 0$

dengan :  $H_0$  = hipotesis awal. yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh dari faktor  $\alpha$ . faktor  $\beta$  atau interaksi antara keduanya.

$H_1$  = hipotesis alternatif. yang menyatakan bahwa ada pengaruh dari faktor  $\alpha$ . faktor  $\beta$  atau interaksi antara keduanya.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika nilai probabilitas (Sig.)  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima.  $H_1$  ditolak.
- Jika nilai probabilitas (Sig.)  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak.  $H_1$  diterima.
- Jika F hitung (*F output*)  $> F$  tabel maka  $H_0$  ditolak.  $H_1$  diterima.
- Jika F hitung (*F output*)  $< F$  tabel maka  $H_0$  diterima.  $H_1$  ditolak.

### 3.6.5. Analisis Regresi

Analisis regresi dalam penelitian ini menggunakan program *Microsoft Excel*.

Pada analisis ini juga dilakukan uji anova dengan hipotesis statistik yaitu :

$H_0$  = hipotesis awal. yang menyatakan bahwa model regresi tidak dapat diterima.

$H_1$  = hipotesis alternatif. yang menyatakan bahwa model regresi dapat diterima.

Dasar pengambilan keputusan :

- Jika nilai probabilitas (Sig.)  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima.  $H_1$  ditolak.
- Jika nilai probabilitas (Sig.)  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak.  $H_1$  diterima.
- Jika F hitung (*F output*)  $> F$  tabel maka  $H_0$  ditolak.  $H_1$  diterima.
- Jika F hitung (*F output*)  $< F$  tabel maka  $H_0$  diterima.  $H_1$  ditolak

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Bahan Yang Digunakan

##### 4.1.1 Semen

Dalam penelitian ini semen yang dipakai adalah semen yang umum di pasaran yaitu semen Portland tipe I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik. Semen ini telah mendapat sertifikasi SNI (Standar Nasional Indonesia) sebagai bahan pengikat dalam campuran beton. Oleh karena itu tidak dilakukan analisis terhadap semen dalam penelitian ini.

##### 4.1.2 Air

Air yang digunakan berasal dari air bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), Kodya Malang. Tidak dilakukan analisis terhadap air dalam penelitian ini, karena dianggap telah memenuhi syarat sebagai pencampur semen dengan agregat.

##### 4.1.3 Agregat Halus

Agregat halus yang dipakai dalam penelitian ini adalah batuan *Andesit Piroksen* yang berasal dari Gunung Kelud Blitar. Batuan ini dipecah dengan mesin pemecah batu sehingga memenuhi syarat sebagai agregat halus yaitu lolos saringan ukuran 4.75 mm.

##### 4.1.3.1 Pemeriksaan gradasi

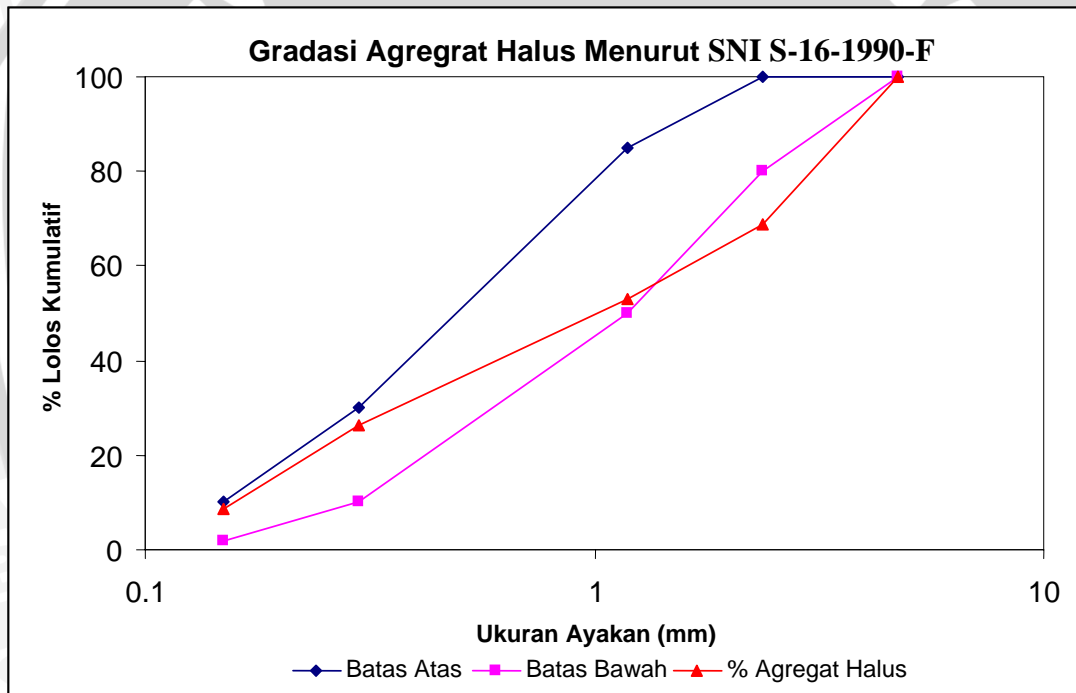
Pemeriksaan gradasi ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat halus. Benda uji diambil sebanyak 5000 gram secara acak pada campuran agregat halus, kemudian dimasukkan dalam satu set saringan (berukuran antara 4.75 mm sampai dengan 0.15 mm). Satu set saringan tersebut dipasang pada mesin pengguncang selama 15 menit, lalu hasil yang tertahan pada tiap saringan ditimbang dan dicatat. Gradasi agregat halus yang digunakan pada penelitian ini dipisah sesuai dengan persyaratan gradasi beton. Hasil gradasi agregat halus batuan *Andesit*

*Piroksen* untuk kebutuhan seluruh benda uji kuat tekan beton ringan total dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Gradasi Agregat Halus

Lubang Saringan	Tertinggal		Kumulatif	
	gram	(%)	Tertinggal (%)	Lolos (%)
2.369	1545	31.1115586	31.1115586	68.8884414
1.18	786	15.8276279	46.93918647	53.06081353
0.3	1324	26.6612968	73.60048329	26.39951671
0.15	876	17.6399517	91.24043496	8.759565042
Pan	435	8.75956504	100	0
Jumlah	4966			

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik Analisis Ayakan Agregat Halus untuk Beton Ringan.

**4.1.3.2 Pemeriksaan berat jenis, absorpsi, berat isi dan kadar air.**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis SSD, berat jenis semu, *absorpsi* (penyerapan air), berat isi serta kadar air agregat halus. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat halus menggunakan metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, sedangkan pemeriksaan kadar air agregat halus menggunakan metode Pengujian Kadar Air Agregat.

Pemeriksaan dilakukan dengan menimbang agregat halus yang lolos saringan no. 4. Setelah itu, benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  sampai berat tetap kemudian didinginkan pada suhu ruang lalu direndam dalam air selama  $24 \pm 4$  jam. Kemudian air rendaman dibuang dan dikeringkan sampai mencapai kondisi kering permukaan jenuh (ssd). Pemeriksaan kondisi ssd dilakukan dengan cara memasukkan benda uji kedalam kerucut terpancung, lalu dipadatkan dengan cara ditusuk - tusuk sebanyak 25 kali kemudian kerucut diangkat. Keadaan ssd tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak. Kemudian masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer lalu piknometer diisi dengan air sampai mencapai 90%, lalu diputar sambil digoncangkan sampai gelembung didalamnya tidak terlihat dan tambahkan air sampai mencapai tanda batas kemudian piknometer ditimbang.

Pemeriksaan berat isi dilakukan dengan menimbang agregat halus sebanyak 1 kg dan direndam selama 24 jam. Setelah itu diangin-anginkan lalu diisikan ke dalam kotak takar. benda uji dimasukkan dengan singkup dan tingginya tidak lebih dari 2 inci diatas kotak takar (cara *shoveling*) kemudian muka benda uji diratakan dengan tangan atau mistar, lalu ditimbang.

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus. pemeriksaan berat isi agregat halus, pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 1, 2 dan Lampiran 3. Hasil pemeriksaan terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil rata - rata
Berat Jenis Curah	2.171278
Berat Jenis SSD	2.285207
Berat Jenis Semu	2.449916
Absorpsi (%)	5.265957
Berat Isi (gram/cc)	1.228510
Kadar Air (%)	0.637694



#### 4.1.4 Agregat Kasar

Agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini adalah batuan *Andesit Piroksen* yang berasal dari Gunung Kelud. Blitar. Batuan ini dipecah dengan mesin pemecah batu sehingga memenuhi syarat sebagai agregat kasar yaitu lolos saringan ukuran 37.5 mm dan tertahan pada saringan ukuran 4.75 mm.

##### 4.1.4.1 Pemeriksaan gradasi

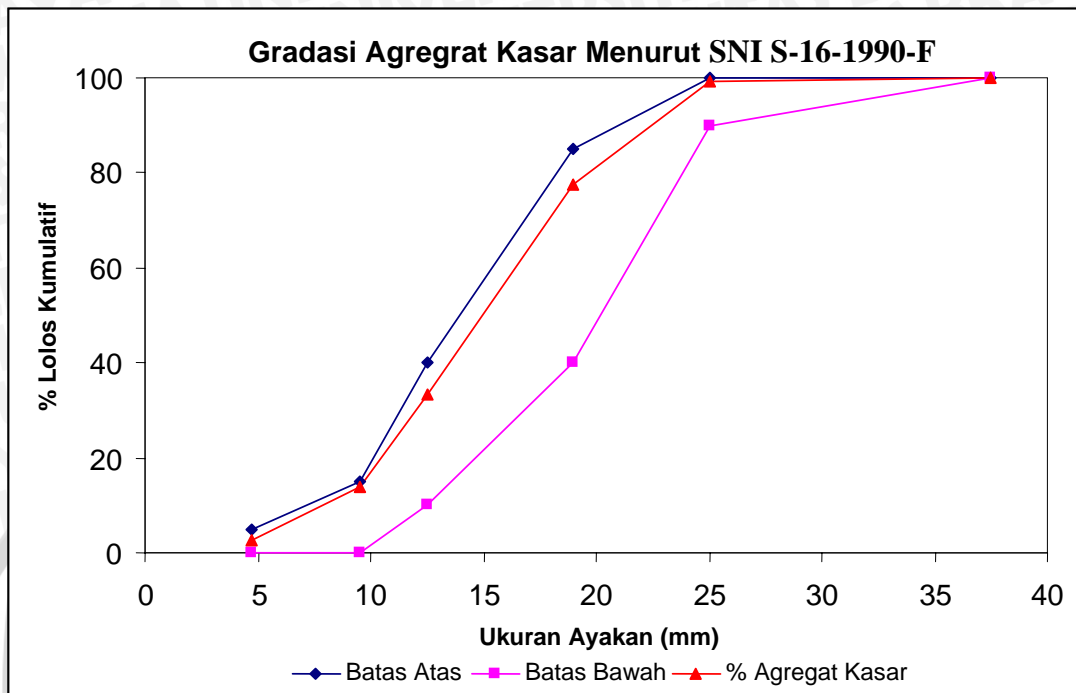
Pemeriksaan gradasi ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar batuan *Andesit Piroksen*. Benda uji diambil sebanyak 7000 gram secara acak kemudian dimasukkan dalam satu set saringan (berukuran antara 76.2 mm sampai dengan 4.75 mm) dan dipasang pada mesin pengguncang selama 15 menit, agregat yang tertahan pada tiap saringan ditimbang dan dicatat. Gradasi agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini dipisah sesuai dengan persyaratan gradasi agregat pada beton struktural berbobot ringan.

Hasil gradasi agregat kasar batuan *Andesit Piroksen* untuk kebutuhan seluruh benda uji kuat tekan beton ringan total dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Gradasi Agregat Kasar

Lubang Saringan	Tertinggal		Kumulatif	
	gram	(%)	Tertinggal (%)	Lolos (%)
37.5	0	0	0	100
25	47	0.662719	0.662718556	99.33728144
19	1547	21.81331	22.47602933	77.52397067
12.5	3127	44.09193	66.5679639	33.4320361
9.5	1390	19.59955	86.16751269	13.83248731
4.75	796	11.22391	97.39142696	2.60857304
Jumlah	6907			

Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Grafik Analisis Ayakan Agregat Kasar untuk Beton Ringan.

#### 4.1.4.2 Pemeriksaan berat jenis, absorpsi, berat isi dan kadar air.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis SSD, berat jenis semu, *absorpsi* (penyerapan air), berat isi serta kadar air agregat kasar. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi agregat kasar menggunakan metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, sedangkan pemeriksaan kadar air agregat halus menggunakan metode Pengujian Kadar Air Agregat.

Pemeriksaan dilakukan dengan menimbang agregat kasar, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  sampai mencapai berat tetap kemudian didinginkan pada suhu kamar selama 1 – 3 jam, lalu ditimbang dan dicatat. Setelah itu benda uji direndam pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam, lalu dikeluarkan dan diusap dengan kain penyerap sehingga diperoleh benda uji jenuh kering permukaan. Kemudian benda uji tersebut diletakkan dalam keranjang dan digoncang-goncang agar udaranya keluar. Selanjutnya adalah menentukan beratnya dalam air.

Pemeriksaan berat isi dilakukan dengan menimbang agregat kasar sebanyak 1 kg dan direndam selama 24 jam. Kemudian permukaannya diusap dengan kain basah

lalu diisikan ke kotak takar dengan 3 lapisan sama tebal dimana tiap lapisan ditusuk-tusuk 25 kali (cara Rodding), setelah itu muka benda uji diratakan dengan tangan atau mistar lalu ditimbang.

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, pemeriksaan berat isi agregat kasar, pemeriksaan kadar air agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 4, 5 dan Lampiran 6. Hasil pemeriksaan terdapat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Hasil rata - rata
Berat Jenis Curah	1.725866
Berat Jenis SSD	1.928560
Berat Jenis Semu	2.164613
Absorpsi (%)	11.74497
Berat Isi (gram/cc)	0.917159
Kadar Air (%)	1.013155

#### 4.2 Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar dilakukan dengan pengujian *slump*. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah kerucut Abrams. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan dan *workability* (kemudahan untuk dikerjakan) beton segar.

Untuk mengetahui nilai *slump*, beton segar dimasukkan dalam kerucut tersebut dalam 3 lapis, dimana tiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat pemadat. Setelah penuh, kerucut diangkat kemudian penurunan tinggi yang terjadi diukur. Pada pemeriksaan ini nilai *slump* dikontrol antara 8 – 9 cm. Hasil pengujian *slump* dan kebutuhan agregat halus, agregat kasar, semen dan air terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Pemeriksaan *slump* dan kebutuhan air agregat ringan rata-rata

Campuran		Agregat <i>Andesit</i>		Semen	Air	<i>Slump</i>	<i>Slump</i> Rata-rata
		<i>Piroksen</i>					
		Halus	Kasar				
Agregat : Semen	A.Halus : A.Kasar	(kg)	(kg)	(kg)	(liter)	(cm)	(cm)
3.50 : 1	1.20 : 1	17.8	14.8	9.3	7.375	8	<b>8.38</b>
	1.25 : 1	18.3	15.3	8.9	7.15	8.5	
	1.30 : 1	18.8	15.6	8.6	7.5	8.6	
	1.35 : 1	19.2	16.0	8.3	8	8.5	
	1.40 : 1	19.6	16.3	8.0	7.125	8.3	
3.75 : 1	1.20 : 1	18.2	14.5	9.3	6.083	8	<b>8.44</b>
	1.25 : 1	18.7	14.9	9.0	7.875	8.5	
	1.30 : 1	19.1	15.3	8.6	7.875	8.7	
	1.35 : 1	19.6	15.7	8.3	8	8.5	
	1.40 : 1	20.0	16.0	8.0	7.5	8.5	
4 : 1	1.20 : 1	18.5	14.2	9.4	7	8.5	<b>8.72</b>
	1.25 : 1	19.0	14.6	9.0	7.75	8.8	
	1.30 : 1	19.5	15.0	8.6	9	9	
	1.35 : 1	20.0	15.4	8.3	9	8.7	
	1.40 : 1	20.4	15.7	8.0	7.5	8.6	
4.25 : 1	1.20 : 1	18.8	13.9	9.4	6.75	8.5	<b>8.36</b>
	1.25 : 1	19.4	14.3	9.0	8.125	8.8	
	1.30 : 1	19.9	14.7	8.6	8.25	8	
	1.35 : 1	20.3	15.1	8.3	8.5	8	
	1.40 : 1	20.7	15.4	8.0	8	8.5	
4.5 : 1	1.20 : 1	19.1	13.7	9.4	7.125	8.5	<b>8.5</b>
	1.25 : 1	19.7	14.1	9.0	7.5	8.7	
	1.30 : 1	20.2	14.4	8.7	7.5	8.5	
	1.35 : 1	20.7	14.8	8.3	8	8.3	
	1.40 : 1	21.1	15.1	8.0	7.25	8.5	

### 4.3 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan untuk menjaga tersedianya air guna proses hidrasi. Perawatan untuk beton ringan dilakukan sesuai dengan SNI 03-3402-1994. Setelah beton segar dimasukkan ke dalam cetakan, cetakan tersebut ditutup dengan kantong plastik selama 24 jam. Kemudian kantong plastik pada cetakan dibuka lalu benda uji dikeluarkan dari cetakan dan dibungkus kembali dengan plastik sampai benda uji berumur 7 hari. Hal ini dilakukan dengan maksud untuk mengurangi tingkat penguapan air yang terjadi pada saat proses pengerasan beton segar. Setelah itu

kantong plastik dibuka dan benda uji dibiarkan kering di udara terbuka selama 21 hari pada suhu kamar.

#### 4.4 Pengujian Beton

##### 4.4.1 Pengujian Berat Isi Beton Ringan

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. Pengujian berat isi beton dilakukan dalam dua tahap. Tahap 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 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).

Berat isi beton ringan struktural adalah berat beton ringan keras kering udara persatuan isi. Berat isi beton dihitung menurut rumus 2 – 3.

Pada umur 28 hari silinder beton diukur dimensinya dan ditimbang beratnya untuk mengetahui berat isi silinder beton ringan. Contoh perhitungan berat isi disajikan pada Lampiran 7. Hasil perhitungan berat isi silinder beton ringan terdapat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Berat isi beton ringan ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

No	A : S	No Ulangan	AH : AK				
			1.2 : 1	1.25 : 1	1.3 : 1	1.35 : 1	1.4 : 1
1	3.5 : 1	1	1900.2160	1891.010	1913.031	1916.718	1897.461
		2	1927.0560	1910.184	1892.610	1888.357	1915.397
		3	1902.8330	1907.503	1900.366	1926.310	1906.065
		4	1909.5810	1903.297	1916.744	1895.483	1913.081
		<b>Rata-rata</b>	<b>1909.922</b>	<b>1902.999</b>	<b>1905.688</b>	<b>1906.717</b>	<b>1908.001</b>
2	3.75 : 1	1	1913.2820	1881.007	1915.738	1906.266	1888.870
		2	1926.3060	1919.430	1893.297	1908.544	1911.220
		3	1887.7890	1895.811	1903.069	1913.233	1922.695
		4	1904.8050	1912.758	1906.642	1896.379	1907.478
		<b>Rata-rata</b>	<b>1908.046</b>	<b>1902.252</b>	<b>1904.687</b>	<b>1906.106</b>	<b>1907.566</b>
3	4 : 1	1	1907.0190	1923.496	1916.303	1900.011	1885.747
		2	1900.4330	1886.145	1894.022	1894.079	1909.054
		3	1917.7780	1892.286	1904.511	1916.027	1896.611
		4	1894.6950	1900.078	1897.544	1912.844	1923.327
		<b>Rata-rata</b>	<b>1904.981</b>	<b>1900.501</b>	<b>1903.095</b>	<b>1905.740</b>	<b>1903.685</b>
4	4.25 : 1	1	1908.6930	1912.677	1912.783	1904.079	1902.624
		2	1892.8740	1880.024	1888.235	1886.791	1887.786
		3	1886.7260	1895.751	1887.521	1892.797	1897.042
		4	1920.0130	1900.873	1896.312	1917.079	1893.323
		<b>Rata-rata</b>	<b>1902.077</b>	<b>1897.331</b>	<b>1896.213</b>	<b>1900.187</b>	<b>1895.194</b>
5	4.5 : 1	1	1904.0390	1887.515	1845.910	1897.002	1889.534
		2	1888.6670	1903.223	1854.291	1903.056	1888.454
		3	1886.2700	1910.822	1900.213	1910.873	1900.259
		4	1884.8360	1886.175	1848.926	1888.089	1893.087
		<b>Rata-rata</b>	<b>1890.953</b>	<b>1896.934</b>	<b>1895.088</b>	<b>1899.755</b>	<b>1892.834</b>

#### 4.4.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Ringan

Setelah benda uji berumur 28 hari dan telah 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. 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 8. Hasil kuat tekan beton ringan terdapat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Kuat tekan beton ringan (Mpa)

No	A : S	No Ulangan	AH : AK				
			1.2 : 1	1.25 : 1	1.3 : 1	1.35 : 1	1.4 : 1
1	3.5 : 1	1	20.442	20.583	22.239	20.343	19.282
		2	18.864	19.005	20.661	18.369	17.308
		3	19.776	19.917	21.573	19.479	18.418
		4	19.530	19.671	21.327	19.233	18.172
		<b>Rata-rata</b>	<b>19.653</b>	<b>19.794</b>	<b>21.45</b>	<b>19.356</b>	<b>18.295</b>
2	3.75 : 1	1	18.589	19.119	20.789	18.907	16.737
		2	17.011	17.541	19.211	16.933	14.763
		3	17.923	18.453	20.123	18.043	15.873
		4	17.677	18.207	19.877	17.797	15.627
		<b>Rata-rata</b>	<b>17.8</b>	<b>18.33</b>	<b>20</b>	<b>17.92</b>	<b>15.75</b>
3	4 : 1	1	16.789	18.539	19.933	18.177	15.237
		2	15.211	16.961	18.355	16.203	13.263
		3	16.123	17.873	19.267	17.313	14.373
		4	15.877	17.627	19.021	17.067	14.127
		<b>Rata-rata</b>	<b>16</b>	<b>17.75</b>	<b>19.119</b>	<b>17.19</b>	<b>14.25</b>
4	4.25 : 1	1	16.189	18.199	18.989	17.787	14.387
		2	14.611	16.621	17.411	15.813	12.413
		3	15.523	17.533	18.323	16.923	13.523
		4	15.277	17.287	18.077	16.677	13.277
		<b>Rata-rata</b>	<b>15.4</b>	<b>17.41</b>	<b>18.2</b>	<b>16.8</b>	<b>13.4</b>
5	4.5 : 1	1	15.887	18.079	18.645	17.584	13.977
		2	14.309	16.501	17.067	15.610	12.003
		3	15.221	17.413	17.979	16.720	13.113
		4	14.975	17.167	17.733	16.474	12.867
		<b>Rata-rata</b>	<b>15.098</b>	<b>17.29</b>	<b>17.856</b>	<b>16.597</b>	<b>12.99</b>

#### 4.5 Uji Normalitas dan Homogenitas

##### 4.5.1 Berat Isi

Dari perhitungan SPSS 13 didapat :

Tabel 4.8. Hasil Uji Normalitas

Subject		BeratIsi
N		100
Normal Parameters(a,b)	Mean	1901.86187
	Std. Deviation	11.584164
Most Extreme Differences	Absolute	.094
	Positive	.094
	Negative	-.065
Kolmogorov-Smirnov Z		.943
Asymp. Sig. (2-tailed)		.336

Analisis :

Dari tabel diatas didapat nilai probabilitas (Sig.)  $0.336 > 0.05$  maka distribusi sampel adalah normal.

Tabel 4.9. Hasil Uji homogenitas Berat Isi

F	df1	df2	Sig.
1.241	24	75	.237

Analisis :

Dari tabel diatas didapat nilai probabilitas (Sig.) = 0.237 > 0.05 maka varian populasi tidak ada perbedaan (homogen).

#### 4.5.2 Kuat Tekan.

Dari perhitungan SPSS 13 didapat :

Tabel 4.10. Uji Normalitas

		KuatTekan
N		100
Normal Parameters(a,b)	Mean	17.348920
	Std. Deviation	2.1459949
Most Extreme Differences	Absolute	.061
	Positive	.036
	Negative	-.061
Kolmogorov-Smirnov Z		.613
Asymp. Sig. (2-tailed)		.846

Analisis :

Dari tabel diatas didapat nilai probabilitas (Sig.) = 0.846 > 0.05 maka distribusi sampel adalah normal.

Tabel 4.11. Uji homogenitas varian

F	df1	df2	Sig.
.052	24	75	1.000

Analisis :

Dari tabel diatas didapat nilai probabilitas (Sig.) = 1.000 > 0.05 maka varian populasi tidak ada perbedaan (homogen).

#### 4.6 Pengujian Hipotesis

Berdasarkan hipotesis penelitian diduga bahwa variasi semen agregat dan agregat halus agregat kasar pada beton ringan akan memberikan pengaruh terhadap berat isi dan kuat tekan beton ringan tersebut sehingga perlu diadakan pengujian terhadap hipotesis tersebut.



## 4.7 Analisis varian Dua Arah

### 4.7.1 Berat Isi

Tabel 4.12. Hasil Analisis Varian Dua Arah untuk Variasi Proporsi Agregat-Semen dan Variasi Proporsi Agregat Halus-Agregat Kasar Terhadap Berat Isi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2581.641(a)	24	107.568	.754	.779
Intercept	361707857.256	1	361707857.256	2534517.609	.000
haluskasar	192.085	4	48.021	.336	.853
agregatsemen	2000.499	4	500.125	3.504	.011
haluskasar * agregatsemen	389.057	16	24.316	.170	1.000
Error	10703.453	75	142.713		
Total	361721142.350	100			
Corrected Total	13285.094	99			

Analisis :

1. Berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel.

F hitung (*output*) didapat 0.170 F tabel (0.05.16.75) didapat 1.78

F Hitung < F Tabel  $\rightarrow 0.170 < 1.78$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak untuk rasio kegagalan 5 %

2. Berdasarkan nilai probabilitas.

Nilai probabilitas (*Sig.*) didapat 1.000 > 0.05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak untuk rasio kegagalan 5 %

**Kesimpulan :**

Interaksi antara variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar pada campuran beton ringan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat isi beton.

### 4.7.2 Kuat Tekan

Tabel 4.13. Hasil Analisis Varian Dua Arah untuk Variasi Proporsi Agregat Semen dan Variasi Proporsi Agregat Halus Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	417.009(a)	24	17.375	33.487	.000
Intercept	30098.503	1	30098.503	58007.478	.000
haluskasar	213.816	4	53.454	103.020	.000
agregatsemen	186.317	4	46.579	89.770	.000
haluskasar * agregatsemen	16.875	16	1.055	2.033	.021
Error	38.915	75	.519		
Total	30554.427	100			
Corrected Total	455.924	99			

Analisis :

1. Berdasarkan perbandingan F hitung dengan F tabel.

F hitung (*output*) didapat 2.033

F tabel (0.05.16.75) didapat 1.78

F Hitung > F Tabel  $\rightarrow 2.033 > 1.78$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima untuk rasio kegagalan 5 %

2. Berdasarkan nilai probabilitas.

Nilai probabilitas (*Sig.*) didapat  $0.000 < 0.05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima untuk rasio kegagalan 5 %

### Kesimpulan :

Interaksi antara variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar pada campuran beton ringan memberikan pengaruh nyata terhadap Kuat Tekan beton.

### 4.8 Analisis Regresi

Hubungan antara variabel Y dengan variabel X (rasio agregat semen) dan variabel Z (halus kasar) didapat dengan analisis regresi dua arah. Beberapa model regresi dapat dicoba. seperti bentuk linier, *exponential*, *logarithmic* dan *polynomial*. Namun model persamaan regresinya dipilih dengan mempertimbangkan sebaran datanya dan dapat diketahui dengan nilai koefisien determinasinya yang mendekati harga satu. Untuk mengetahui regresi apa yang paling sesuai maka dicoba dengan berbagai jenis regresi dan akan dipilih yang paling sesuai. Proses analisis regresi

dalam perhitungan dan penggambaran hasilnya dalam bentuk grafik digunakan program *Microsoft Excel*.

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) merupakan nilai yang menyatakan besarnya keterandalan model, yaitu menyatakan besarnya variabel Y yang diterangkan variabel X (rasio agregat semen) dan variabel Z (halus kasar) menurut persamaan regresi yang didapat. Besarnya koefisien determinasi sama dengan besarnya nilai keterandalan model, besarnya nilai koefisien determinasi berkisar antara nol sampai satu. Jika nilai koefisien determinasi semakin dekat dengan satu maka model regresi yang digunakan semakin tinggi keterandalannya dan jika nilainya mendekati nol maka semakin rendah keterandalannya.

Koefisien korelasi (R) adalah suatu nilai yang dapat menunjukkan kuat atau lemahnya hubungan dua variabel. Semakin kuat hubungan tersebut nilai korelasi semakin dekat satu atau negatif satu. Semakin lemah hubungan tersebut nilai korelasi akan mendekati nol.

Dari uji statistik varian dua arah dihasilkan bahwa interaksi antara halus kasar dan semen agregat hanya mempengaruhi nilai kuat tekan beton ringan. Sehingga analisis regresi hanya dilakukan pada nilai kuat tekan beton ringan.

Dari perhitungan secara statistik didapatkan hubungan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 8321.029 - 4083.441 X - 12738.18 Z + 6270.382 XZ + 466.1525 X^2 + 4916.022 Z^2 - 715.8233 XZ^2 - 2420.631 X^2Z + 276.296 X^2Z^2$$

dimana :

Y = kuat tekan beton

X = rasio agregat semen

Z = agregat halus kasar

Nilai determinasi dan nilai korelasi persamaan diatas yaitu :

$$R^2 = 0.9752$$

$$R = 0.9875$$

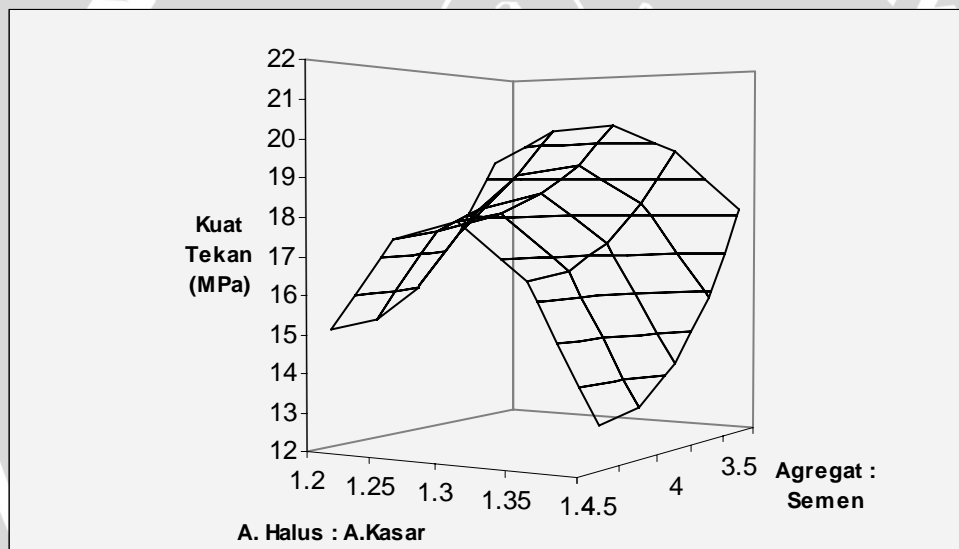
Dari uji anova untuk analisis regresi dua arah di atas didapat :

Tabel 4.14. Hasil Uji Anova Analisis Regresi Dua Arah

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	8	403.428	50.428	87.41537	0.000
Residual	91	52.497	0.577		
Total	99	455.924			

Pada lampiran didapatkan nilai *F* tabel (0.05; 8; 91) adalah 2.04. Dari tabel 4.14. diatas didapat nilai *F* hitung = 87.41537 > *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 4.3. Grafik Hasil Regresi Hubungan Antara Agregat Halus Kasar. Semen Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan.

#### 4.8.1 Penentuan Nilai Optimum

Persamaan analisis regresi suatu model dapat diketahui nilai optimumnya dengan mencari nilai diferensial dari persamaan tersebut kemudian hasilnya disamadengankan nol. Untuk persamaan regresi dua arah, nilai optimumnya diketahui dengan mendiferensialkan persamaan tersebut dua kali yaitu pada arah *X* dan arah *Z*

$$\text{sehingga } \frac{\partial Y}{\partial X} = 0 \text{ dan } \frac{\partial Y}{\partial Z} = 0.$$

Pada persamaan regresi untuk kuat tekan beton ringan di atas diasumsi bahwa rasio agregat semen (X) sebagai suatu konstanta, sehingga persamaan diatas diturunkan hanya terhadap nilai halus kasar (Z). Nilai Z yang diperoleh dari hasil diferensial persamaan diatas adalah titik optimum penambahan *halus kasar*. Persamaan untuk kuat tekan beton ringan yaitu :

$$Y = 8321.029 - 4083.441 X - 12738.18 Z + 6270.382 XZ + 466.1525 X^2 + 4916.022 Z^2 - 715.8233 XZ^2 - 2420.631 X^2Z + 276.296 X^2Z^2$$

Turunan persamaan tersebut adalah :

$$\frac{\partial Y}{\partial Z} = -12738.18 + 6270.382 X + 9832.044 Z - 715.8233 XZ - 4841.26 X^2 + 552.592 X^2Z = 0$$

Hasil perhitungan halus kasar optimum ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.15. Hasil Perhitungan Nilai Optimum halus kasar

X	$\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0$	Z Optimum (%)	Rata rata
3.500	-343.121Z + 439.3216	1.280369	1.285666
3.750	-551.863Z + 709.4873	1.285621	
4.000	-691.532 Z + 890.1752	1.287251	
4.250	-762.127Z + 981.3851	1.287693	
4.500	-763.647Z + 983.1172	1.287397	

#### 4.9 Pembahasan

Dari hasil uji ayakan didapat agregat yang tersisa pada pan cukup besar, hal ini dikarenakan pada saat pemecahan batuan, *rpm (rotation per minute)* mesin *crusher stone* yang digunakan cukup besar (diatur untuk batu pecah biasa. bukan untuk jenis batu ringan). Selain itu prosentase keausan Los Angelos batu *andesit piroksen* cukup besar yaitu 63.1% menyebabkan besarnya agregat halus yang lolos ayakan 0.15 mm cukup berarti. Berdasarkan pemeriksaan agregat dari batuan *andesit piroksen* didapat berat jenisnya sebesar 2.285 untuk agregat halus dan 1.928 untuk agregat kasar. Dari pemeriksaan juga didapat berat isi sebesar 1.2285 gr/cc untuk agregat halus dan 0.9172 gr/cc untuk agregat kasar. Hal diatas menjelaskan bahwa batuan *Andesit Piroksen* dapat diklasifikasikan sebagai agregat ringan untuk campuran beton ringan. Dari perhitungan penyerapan air dapat diketahui bahwa

agregat halus batuan *Andesit Piroksen* memiliki nilai *absorpsi* sebesar 5.266 % sedangkan agregat kasar memiliki nilai *absorpsi* sebesar 11.475 %. Hal ini menjelaskan bahwa batuan *Andesit Piroksen* memiliki penyerapan air yang cukup besar karena prosentase rongga pada batuan yang cukup besar. Ada perbedaan yang cukup signifikan untuk nilai *absorpsi* agregat kasar pada penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, yang mana pada penelitian terdahulu nilai *absorpsi* agregat kasar adalah sebesar 18.34 %. Perbedaan ini bisa terjadi karena adanya perbedaan tekstur walaupun batuan berasal dari *quarry* yang sama.

Analisis varian 2 arah digunakan untuk mengetahui apakah variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar mempengaruhi berat isi dan kuat tekan beton ringan. Dari hasil perhitungan spss analisis varian 2 arah untuk variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar terhadap berat isi, didapat  $F_{\text{Hitung}} = 0.170 < F_{\text{Tabel}} 1.78$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak untuk rasio kegagalan 5 % dan Nilai probabilitas (*Sig.*) didapat  $1.000 > 0.05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak untuk rasio kegagalan 5 % sehingga interaksi antara variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar pada campuran beton ringan tidak memberikan pengaruh terhadap berat isi beton ringan. Sedangkan analisis varian 2 arah untuk variasi proporsi agregat-semen dan variasi proporsi agregat halus-agregat kasar terhadap kuat tekan. didapat  $F_{\text{Hitung}} = 2.033 > F_{\text{Tabel}} 1.78$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima untuk rasio kegagalan 5 %. Nilai probabilitas (*Sig.*) didapat  $0.000 < 0.05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima untuk rasio kegagalan 5 % sehingga interaksi antara variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar pada campuran beton ringan memberikan pengaruh nyata terhadap kuat tekan beton ringan.

Analisis regresi digunakan untuk memprediksi seberapa jauh pengaruh satu variabel atau beberapa variabel bebas (independent) terhadap variabel bergantung (dependent). Hubungan antara kuat tekan beton ringan dengan variabel X (rasio agregat halus agregat kasar) dan variabel Y (rasio agregat semen) didapat dengan analisis regresi linier. Proses analisis regresi dalam perhitungan dan penggambaran hasilnya dalam bentuk grafik digunakan program *Microsoft Excel*. Dari perhitungan *Microsoft Excel* untuk analisis regresi kuat tekan terhadap variasi proporsi agregat

semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar didapatkan hubungan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 8321.029 - 4083.441 X - 12738.18 Z + 6270.382 XZ + 466.1525 X^2 + 4916.022 Z^2 - 715.8233 XZ^2 - 2420.631 X^2Z + 276.296 X^2Z^2$$

dimana :

Y = Kuat Tekan Beton

X = Rasio Agregat Semen

Z = Agregat Halus Kasar

Dari perhitungan *Microsoft Excel* untuk regresi linier kuat tekan beton ringan terhadap variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar didapat nilai nilai korelasi  $R = 0.9875 > R = 0.5$  sehingga dapat disimpulkan bahwa hubungan antara kuat tekan beton ringan dengan variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar adalah kuat. Nilai  $R^2$  didapat sebesar 0.9752, hal ini menunjukkan bahwa keterandalan model sama dengan 97.52% yang berarti bahwa sekitar 97.52% variasi dari kuat tekan bisa dijelaskan oleh variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar, sedangkan sisanya  $100\% - 97.52\% = 2.48\%$  dijelaskan oleh sebab – sebab yang lain.

Nilai  $R^2$  diatas hanya hasil matematis yang menyatakan bahwa persamaan yang dibuat mendekati data hasil pengujian, tidak mutlak benar menyatakan perilaku.

Untuk mengetahui prosentase agregat semen optimum maka persamaan regresi dua arah diatas dideferensialkan sehingga  $\frac{\partial Y}{\partial Z} = 0$ . Dari hasil penurunan persamaan regresi didapatkan nilai rasio agregat halus : agregat kasar optimum sebesar 1.28 : 1.

Dari tabel hasil perhitungan berat isi terlihat bahwa pada rasio semen agregat 1 : 4.50 dan rasio agregat halus agregat kasar 1.3 : 1 berat isi mencapai nilai optimum yaitu sebesar 1845.910 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai ini masih memenuhi syarat sebagai beton ringan struktural dimana ketentuan berat isi untuk beton ringan struktural adalah 1440–1850 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan kuat tekan optimal pada tabel perhitungan kuat tekan adalah sebesar 22.239 Mpa pada rasio semen agregat 1 : 3.50 dan rasio agregat halus agregat kasar 1.3 : 1. Nilai kuat tekan yang didapat juga memenuhi syarat

sebagai beton ringan struktural dimana ketentuan untuk kuat tekan beton ringan struktural adalah lebih dari 17.24 Mpa.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan agregat dari batuan *andesit piroksen* didapat berat jenis agregat halus dan agregat kasar lebih kecil dari agregat normal. Hal ini menunjukkan bahwa batuan *andesit piroksen* lebih ringan dari berat jenis agregat normal, sehingga agregat batuan *andesit piroksen* tersebut dapat diklasifikasikan sebagai agregat ringan untuk campuran beton ringan. Batuan *Andesit Piroksen* memiliki penyerapan air yang cukup besar dengan berat satuan agregat yang kecil karena rongga pada batuan *Andesit Piroksen* 20% lebih banyak jika dibandingkan dengan batu pecah maupun pasir yang memiliki penyerapan air yang kecil dengan berat satuan agregat yang cukup besar.
2. Dari perhitungan spss pada analisis varian dua arah menunjukkan bahwa interaksi antara variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar pada campuran beton ringan hanya memberikan pengaruh nyata terhadap kekuatan tekan beton ringan saja.
3. Dari analisis regresi dapat disimpulkan bahwa hubungan antara kuat tekan beton ringan dengan variasi proporsi agregat semen dan variasi proporsi agregat halus agregat kasar adalah kuat.

#### 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dan mengetahui hasilnya. maka penyusun dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Agregat Andesit Piroksen mempunyai porositas yang tinggi sehingga menyebabkan penyerapan air menjadi cukup besar dan beragam. untuk itu penambahan air pada saat pengadukan beton perlu diawasi secara ketat.

2. Agregat *Andesit Piroksen* memiliki nilai *absorpsi* yang cukup besar. Oleh karena itu sebelum penambahan air semen, agregat harus diupayakan dalam keadaan kering permukaan jenuh sehingga kebutuhan untuk air semen tidak sampai masuk ke dalam rongga.
3. Prosentase agregat halus yang tersisa pada pan sangat besar, Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk tidak menggunakan sisa agregat yang tersisa pada pan sehingga nilai berat isi beton mungkin dapat diperkecil.
4. Berat isi dari beton ringan yang didapat cukup besar, dalam hal ini ada kemungkinan bahwa rongga yang terdapat pada agregat terisi oleh air semen. Untuk itu perlu dilakukan penyiraman pada agregat dengan cara menyiramkan air sebesar nilai absorpsi dari batuan tersebut sehingga agregat dalam keadaan kering permukaan sehingga air semen tidak masuk dalam rongga.
5. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya digunakan *software* yang lebih memadai dalam menentukan model regresi dua arah, sehingga hasil regresi dua arah yang diperoleh sesuai dengan sebaran data.

