

KUAT TEKAN BETON BERAGREGAT KASAR BATUAN TUFF MERAH, BATUAN TUFF PUTIH, DAN BATUAN ANDESIT

Lelyani Kin Khosama,

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

Abstrak

Batuan andesit dan batuan tuff dihancurkan kemudian diayak dengan saringan 19mm, 12.5mm, 9.5mm dan 4.75mm dan dipakai sebagai agregat pada beton. Beton yang diteliti adalah beton beragregat kasar batuan andesit pori (dinamakan BAKAPOR), beton beragregat kasar batuan andesit antara (dinamakan BAKAT), beton beragregat kasar batuan andesit padat (dinamakan BAKAPAT), beton beragregat kasar batuan tuff merah (dinamakan BAKATUM) dan beton beragregat kasar batuan tuff putih dinamakan (BAKATUP).

Untuk BAKAPOR, BAKAT, BAKAPAT, BAKATUM dan BAKATUP berat volume yang diperoleh berturut-turut sekitar 2.13kg/l, 2.20kg/l, 2.25kg/l, 1.96kg/l, 2.23kg/l dan kuat tekan karakteristik beton berturut-turut sekitar 36.8MPa, 39.4MPa, 46.1MPa, 30.0MPa, 43.4 MPa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditinjau dari segi kuat tekan terlihat material-material batuan tersebut dapat digunakan sebagai agregat kasar dengan rapat massa dan kuat tekan paling tinggi ada pada BAKAPAT sedangkan rapat massa dan kuat tekan paling rendah ada pada BAKATUM.

Kata kunci: Tuff, Andesit, Bakapor, Bakat, Bakapat, Bakatum, Bakatup.

PENDAHULUAN

Batuan andesit merupakan batuan intermediate yang terjadi hasil pendinginan magma pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunung api. Akibat perbedaan suhu pada saat pendinginan batuan andesit secara umum terdiri dari batuan padat, pori dan antara. Batuan tuff merah merupakan bahan galian yang terjadi dari hasil pendinginan magma pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunung api, berbentuk bongkahan, berwarna merah, agak ringan dan berpori. Batuan tuff putih merupakan limbah bahan galian tambang emas dari beberapa tempat di Minahasa Utara dan Kota Bitung dalam bentuk bongkahan dengan warna putih.

Potensi bahan galian andesit di Sulawesi Utara khususnya Kabupaten Minahasa terdapat di Kecamatan Pineleng dan Kecamatan Kauditan dengan cadangan sekitar seribu juta meter kubik. Potensi bahan galian batuan tuff merah

dengan jumlah yang cukup besar di Sulawesi Utara, terdapat antara lain di desa Watumea Kecamatan Eris Kabupaten Minahasa. Batuan tuff putih diambil dari kecamatan Kauditan dan kota Bitung.

Beton adalah campuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir, agregat kasar (batu pecah atau batu kerikil), agregat halus (pasir), dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras di dalam cetakan sesuai dengan bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan.

Semen berfungsi sebagai pengikat dan air sebagai bahan pembantu untuk proses hidrasi. Agregat kasar dan agregat halus merupakan komponen utama beton yang tidak memberikan kontribusi pada reaksi kimia, tetapi memberikan durabilitas yang tinggi terhadap beton.

Untuk mencapai mutu beton yang diinginkan, harus diperhatikan perbandingan antara bahan-

bahan campuran, agar beton yang dihasilkan dapat memiliki workabilitas yang baik tanpa terjadi pemisahan agregat, kedap air, tahan terhadap korosi, memiliki kuat tekan yang diharapkan, dan ekonomis.

Keuntungan dari penggunaan beton adalah dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran, lebih tahan api dibanding material kayu atau baja tanpa perlu bahan pelapis khusus, tidak memerlukan pemeliharaan khusus, dan penyediaan material yang relatif mudah.

Kerugian dari penggunaan beton antara lain, kuat tarik rendah sehingga mudah retak, perlu biaya untuk bekisting (untuk beton yang dicor di tempat), beton dapat susut dan mengalami rangkai jangka panjang.

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan informasi secara umum dalam dunia Teknik Sipil dan bagi daerah yang memiliki sumber daya alam batuan andesit pori, batuan tuff merah (yang juga berpori) agar tidak menimbulkan keraguan dalam penggunaannya sebagai agregat kasar dalam campuran beton apakah dapat sesuai dengan mutu yang diinginkan atau diharapkan.

Manfaat yang berdampak ekonomi dari hasil penelitian ini adalah penggunaan batuan andesit, batuan tuff merah dan batuan tuff putih menuju bahan baku bernilai ekonomis tinggi. Dampak lain yang mungkin timbul adalah pengurangan penggunaan kerikil ataupun batu kali yang persediaannya di beberapa tempat mulai menipis. Selain itu dapat diketahui besar angka keausan dari material batuan berpori tadi.

Hasil yang diharapkan adalah:

- * Untuk agregat kasar: Gradasi, Specific Gravity dan Absorpsi, Unit Weight, Kadar Air, Keausan agregat
- * Untuk agregat halus: Gradasi, Modulus Kehalusan, Specific Gravity dan Absorpsi, Unit Weight, Kadar Air
- * Untuk beton: Berat volum dan kuat tekan beton BAKAPAT, BAKAPOR, BAKAT, BAKATUM, BAKATUP.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dipakai adalah:

1. Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan data-data material pembentuk beton, susunan kimianya, sifat-sifat fisik beton, dan penelitian-penelitian baik yang dilakukan di Indonesia maupun di luar negeri, untuk mendapatkan komposisi campuran beton yang diinginkan.
 2. Survei material dilakukan melalui pengambilan data di Dinas Pertambangan serta dinas Perdagangan dan Perindustrian Sulawesi Utara, dilanjutkan ke lokasi tempat pengambilan material.
 3. Pengujian sifat-sifat fisik batuan andesit dan batuan tuff sebagai agregat kasar dilakukan berdasarkan standard ASTM dengan jenis pengujian sebagai berikut:
 - ★ Gradasi agregat kasar (*ASTM C33 -92a size number 67*)
 - ★ Specific Gravity dan Absorpsi (*ASTM C127-88*)
 - ★ Unit Weight (*ASTM C29/C29M-91a*)
 - ★ Kadar Air (*ASTM C566-89*)
 - ★ Keausan agregat dengan mesin Los Angeles (*ASTM C131-89*)
- Pengujian sifat-sifat fisik pasir sebagai agregat halus adalah ASTM:
- ★ Gradasi agregat dan Modulus Kehalusan (*ASTM C33-92a Specification E11*)

- ★ Specific Gravity dan Absorpsi (*ASTM C128-93*)
 - ★ Unit Weight (*ASTM C29/C29M-91a*)
 - ★ Kadar Air (*ASTM C566-89*)
4. Metoda yang dipakai untuk perencanaan campuran beton dalam penelitian ini adalah metoda ACI 211.1-91 dengan jumlah semen 300 kg/m³. Setelah data fisik agregat kasar dan agregat halus diperoleh, dihitung komposisi campuran beton.
 5. Pengujian Kelecekan (*Workability*) dari beton segar diukur melalui nilai slump dengan uji kerucut Abrams. Diharapkan slump yang terjadi sekitar 75mm – 100mm.
 6. Pembuatan benda uji untuk pengujian berat volume pada 5 macam beton berbentuk silinder berdiameter 100mm tinggi 200mm dengan masing-masing 10 buah benda uji. Pembuatan benda uji untuk pengujian kuat tekan pada 5 macam beton berbentuk silinder berdiameter 100mm tinggi 200mm dengan masing-masing 30 buah benda uji. Jadi total benda uji silinder adalah 200 buah.
 7. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman.
 8. Pengujian Sifat Beton.
 - ★ Berat Volum Beton.
Berat volum beton diukur pada beton berumur 1 hari setelah dibuka dari cetakan pada kondisi kering udara.
 - ★ Kuat Tekan.
Uji tekan menggunakan benda uji silinder untuk beton berumur 28 hari.
 9. Analisis Data
Dari hasil pengujian akan dibuat analisis data untuk perbandingan berat volume antara BAKAPAT, BAKAPOR, BAKAT, BAKATUM, BAKATUP dan Grafik hubungan jenis beton dengan kuat tekan beton.

MATERIAL PEMBENTUK BETON

Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen type I dengan merek dagang “Tiga Roda”.

Agregat Kasar

Pengujian fisik untuk agregat kasar (batuan andesit dan batuan tuff) mencakup hal-hal sebagai berikut: Analisa Saringan, Berat Volume, Berat Jenis, Absorpsi Maksimum, Kadar Air dan Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles (Tabel 1).

Pasir sebagai agregat halus diambil dari desa Girian, diayak lolos saringan 4.75 mm. Pengujian fisik untuk pasir mencakup hal-hal sebagai berikut: Analisa Saringan, Berat Volume, Berat Jenis, Penyerapan Maksimum, Kadar Air dan Kandungan Zat Organik (lihat Tabel 2).

Dari hasil pengujian, besar angka keausan dengan mesin Los Angeles untuk batuan andesit padat dan antara serta batuan tuff merah dan tuff putih masih memenuhi syarat sebagai agregat kasar dalam campuran beton. Batuan andesit berpori mempunyai angka keausan yang tidak memenuhi syarat sebagai agregat kasar dalam campuran beton.

Air

Air berfungsi untuk kelangsungan proses hidrasi semen, membasahi agregat dan untuk *workability*. Air untuk campuran beton tidak boleh mengandung asam, alkalis, bahan organik, minyak, sulfat, klorida dan lumut.

Benda Uji

Benda uji untuk pengujian berat volume dan kuat tekan adalah berbentuk silinder berdiameter 10cm tinggi 20cm. Untuk pelaksanaan pengujian berat volume dan

pengujian kuat tekan, dapat dipakai benda uji yang sama.

Selesai dicor beton yang berumur 1 hari dibuka dari cetakan ditimbang untuk mendapatkan berat volum dan direndam dalam air. Setelah benda uji berumur 28 hari diangkat dari dalam bak perendaman dan dapat diadakan uji tekan.

Jumlah benda uji beton sebanyak 30 buah untuk setiap jenis beton. Untuk 5 macam beton yaitu Bakapor, Bakat, Bakapat, Bakatum dan Bakatup adalah 150 buah.

Komposisi Bahan Baku Campuran dan Workability

Komposisi akhir bahan baku untuk campuran beton per meter kubik beton rencana (sebelum slump diberlakukan) dan Komposisi Campuran Beton Segar Per Meter Kubik (Pelaksanaan) dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 terlampir.

Workabilitas atau angka kelecakan beton segar diukur dengan kerucut Abrams. Dalam semua jenis campuran, slumpnya diantara 75mm sampai 100mm. Agar tercapai nilai slump tersebut, air yang dipakai menjadi bervariasi. Ada campuran yang ditahan airnya dan ada yang ditambah. Untuk nilai slump yang hampir sama besarnya, bakapor lebih mudah dikerjakan dari bakapat dan bakatum lebih mudah daripada bakatup.

Berat Volum

Berat silinder beton dibagi dengan volume benda uji diperoleh berat volume. Berat Volum Beton Berumur 1 Hari dapat dilihat pada Tabel 5. Sedangkan Grafik 10 adalah Grafik Hubungan Jenis Beton dan Berat Volume.

Kuat Tekan

Kuat tekan hancur setiap silinder beton didapat dari hasil bagi antara besar beban hancur dengan luas permukaan bidang kontak antara beban dengan benda uji. Kuat Tekan Rerata Silinder Beton Berumur 28 Hari dapat dilihat pada Tabel 6. Grafik 11 menunjukkan Grafik Hubungan Jenis Beton dan Kuat Tekan Hancur sedang Grafik 12 menunjukkan Grafik Hubungan Jenis Beton dan Kuat Tekan Karakteristik.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Sifat batuan andesit (pori, antara, padat), batuan tuff (merah, putih) dan pasir:
 - a. Berat volume dense 1.04 kg/l, 1.20 kg/l, 1.42kg/l, 0.91kg/l, 1.25kg/l, 1.17kg/l,
 - b. Berat volume loose 0.95 kg/l, 1.10 kg/l, 1.37 kg/l, 0.85kg/l, 1.11kg/l, 1.10kg/l,
 - c. Apperent specific gravity 2.25, 2.47, 2.52, 2.30, 2.47, 2.75,
 - d. Bulk specific gravity OD 2.04, 2.27, 2.49, 1.67, 2.35, 2.02,
 - e. Bulk specific gravity SSD 2.14, 2.39, 2.50, 1.94, 2.40, 2.28,
 - f. Absorpsi maksimum 4.6 %, 3.5%, 0.5%, 16.4%, 2.10%, 13.3%,
 - g. Abrasi 58.4 %, 38.2%, 33.9%, 37.23%, 28.5%, (tidak termasuk pasir),
 - h. Modulus kehalusan pasir 3.8.
2. Dengan menetapkan kekuatan beton karakteristik rencana sebesar 30 Mpa, maka komposisi pemakaian bahan per meter kubik beton segar untuk:
 - a. Bakapor: Semen 383 kg, Air 193 kg, Batuan andesit pori 716 kg, Pasir 747 kg.
 - b. Bakat: Semen 380 kg, Air 200 kg, Batuan andesit antara 824 kg, Pasir 698 kg.

- c. Bakapat: Semen 381 kg, Air 196 kg, Batuan andesit padat 981 kg, Pasir 609 kg.
 - d. Bakatum: Semen 377 kg, Air 208 kg, Batuan tuff merah 615 kg, Pasir 762 kg.
 - e. Bakatup: Semen 378 kg, Air 202 kg, Batuan tuff putih 853 kg, Pasir 682 kg.
3. Berat volume beton yang diperoleh untuk setiap jenis beton adalah: Bakapor 2.128 kg/l, Bakat 2.248 kg/l, Bakapat 2.205 kg/l, Bakatum 1.958 kg/l, Bakatup 2.229 kg/l.
 4. Kuat tekan karakteristik silinder beton berumur 28 hari yang diperoleh untuk setiap jenis beton adalah: Bakapor 36.8 MPa, Bakat 39.4 MPa, Bakapat 46.1 MPa, Bakatum 30.0 MPa, Bakatup 43.4 MPa.

SARAN

1. Perlu dilakukan pengujian-pengujian lain terhadap beton seperti: Kuat tarik belah, Kuat Tarik lentur, Modulus Elastisitas, Rangkak, Susut dan lain-lain.
2. Perlu dilakukan pengamatan secara mikro dengan alat bantu *Scanning Electron Microscopy* terhadap beton paska tekan agar dapat diketahui lokasi terjadinya keretakan apakah di pasta atau interface supaya dapat diusahakan perbaikan mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211.1-91, "*Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*", ACI Detroit, 1993.
- ACI 301-96, "*Standard Specifications for Structural Concrete*", With selected ACI and ASTM references, ACI Farmington Hills 1996.
- ACI 363R-92, "*State of the Art Report on High Strength Concrete*", ACI Detroit, Michigan, 1993.
- Annual Book Of ASTM Standards 1993 Construction Volume 04.02 "*Concrete and Aggregates*", 1993.
- Departemen Pertambangan dan Energi, "*Penyuluhan Pertambangan dan Energi*", Departemen Pertambangan dan Energi Provinsi Sulawesi Utara, 1998.
- Departemen PU, "*Spesifikasi Bahan Bangunan (SK SNI S-04-1989-F)*", Yayasan LPMB, Bandung, 1989.
- Dipohusodo Istimawan, "*Struktur Beton Bertulang*", Gramedi, 1994.
- FIP, "*FIP Manual of Lightweight Aggregate Concrete*", J.Wiley and Sons N.Y, 1983.
- Murdock L.J. & Brook K.M., "*Bahan dan Praktek Beton*", Terjemahan, Erlangga, Jakarta, 1986.
- Nawy Edward G, "*Beton Bertulang*", Terjemahan, PT Eresco, 1990.
- Shah Surendra & Ahmad S.H., "*High Performance Concrete & Applications*", Edward Arnold, 1994.
- Sidney Mindess & Francis Young, "*Concrete*", Prentice Hall 1981.
- Siswosuwarno M, "*Scanning Electron Microscopy Sebagai Salah Satu Teknik Pemeriksaan Material*", Seminar ITB-KU Leuven 1996.
- S.N. Ghosh, "*Mineral Admixtures In Cement & Concrete*" Volume-4, Akademia Books International, 1993.

LAMPIRAN

Tabel 1. Sifat Fisik Agregat Kasar

Pengujian		Batuan Andesit			Batuan Tuff	
		Pori	Antara	Padat	Merah	Putih
Berat Volume Dense	Kg/l	1.038	1.203	1.424	0.910	1.248
Berat Volume Loose	Kg/l	0.954	1.096	1.372	0.846	1.113
Apparent Specific Gravity		2.255	2.467	2.521	2.297	2.468
Bulk Specific Gravity OD		2.044	2.269	2.486	1.668	2.347
Bulk Specific Gravity SSD		2.138	2.349	2.500	1.942	2.396
Absorpsi Maksimum	%	4.56	3.54	0.550	16.41	2.09
Kadar Air	%	0.270	0.152	0.020	5.245	0.092
Keausan Agregat Kasar	%	58.43	38.19	33.9	37.23	28.48

Tabel 2. Sifat Fisik Agregat Halus:

Pengujian		Pasir
Berat Volume Dense	kg/l	1.173
Berat Volume Loose	kg/l	1.096
Apparent Specific Gravity		2.752
Bulk Specific Gravity OD		2.016
Bulk Specific Gravity SSD		2.283
Absorpsi Maksimum	%	13.27
Kadar Air	%	14.483
Modulus Kehalusan		3.76

Tabel 3. Komposisi Campuran Beton Segar Per Meter Kubik (Rencana)

Bahan Baku	Satuan	Beton Beragregat Kasar				
		Batuan Andesit			Batuan Tuff	
		Bakapor	Bakat	Bakapat	Bakatum	Bakatur
Semen	kg	379.6	379.6	379.6	379.6	379.6
Air	kg	200.0	200.2	199.1	203.1	199.4
Agregat Kasar	kg	710.4	824.1	978.0	619.0	855.6
Agregat Halus	kg	740.5	698.2	607.1	767.3	684.6

Tabel 4. Komposisi Campuran Beton Segar Per Meter Kubik (Pelaksanaan)

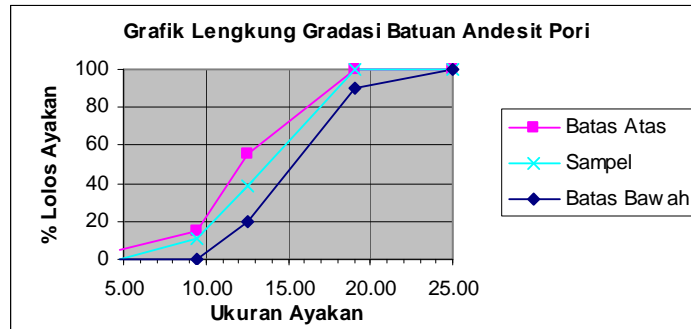
Bahan Baku	Satuan	Beton Beragregat Kasar				
		Batuan Andesit			Batuan Tuff	
		Bakapor	Bakat	Bakapat	Bakatum	Bakatur
Semen	kg	382.8	379.6	380.9	377.1	378.4
Air	kg	193.2	200.2	196.4	208.4	202.0
Agregat Kasar	kg	716.4	824.1	981.3	614.9	852.8
Agregat Halus	kg	746.7	698.2	609.1	762.2	682.3

Tabel 5. Berat Volum Beton Berumur 1 Hari

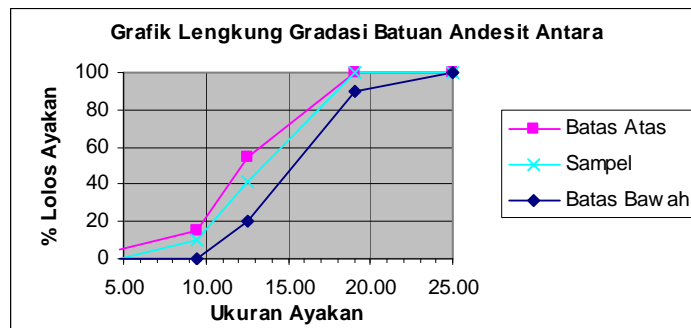
Parameter	Satuan	Batuan Andesit			Batuan Tuff	
		Bakapor	Bakat	Bakapat	Bakatum	Bakatup
Berat Beton	gram	3342.3	3531.8	3464.1	3076.1	3501.2
Volume Beton	cm ³	1570.8	1570.8	1570.8	1570.8	1570.8
Berat Volume Beton	gr/cm ³	2.128	2.248	2.205	1.958	2.229
Standar Deviasi	gr/cm ³	0.0026	0.0016	0.0022	0.0040	0.0030
Berat Volume Atas	gr/cm ³	2.130	2.250	2.207	1.962	2.232
Berat Volume Bawah	gr/cm ³	2.125	2.247	2.203	1.954	2.226

Tabel 6. Kuat Tekan Rerata Silinder Beton Berumur 28 Hari

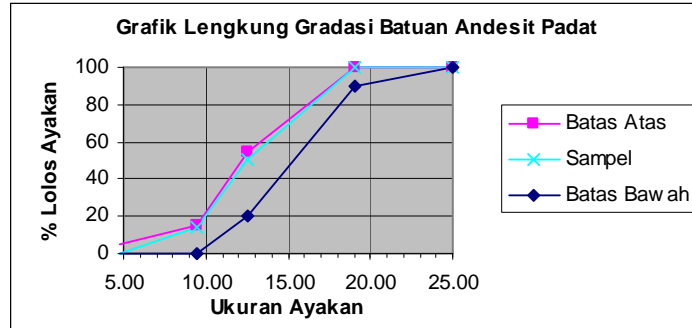
Parameter	Satuan	Batuan Andesit			Batuan Tuff	
		Bakapor	Bakat	Bakapat	Bakatum	Bakatup
Beban Hancur	kN	307.18	326.40	374.75	264.60	347.69
Luas Kontak	mm ²	7854	7854	7854	7854	7854
Kuat Tekan Hancur	MPa	39.11	41.56	47.71	33.69	44.27
Standar Deviasi	MPa	1.381	1.291	1.007	2.254	0.516
Kuat Tekan Karakteristik	MPa	36.85	39.44	46.06	29.99	43.42



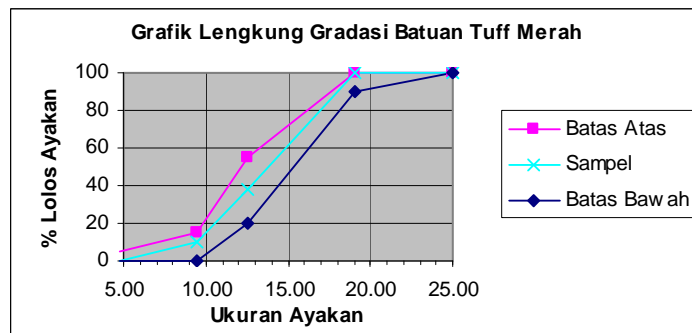
Grafik 1: Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Lolos Batuan Andesit Pori



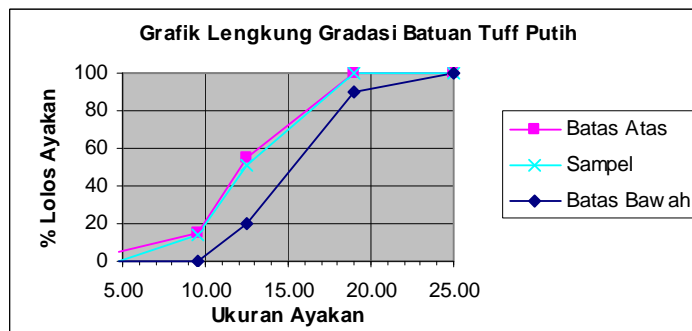
Grafik 2: Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Lolos Batuan Andesit Antara



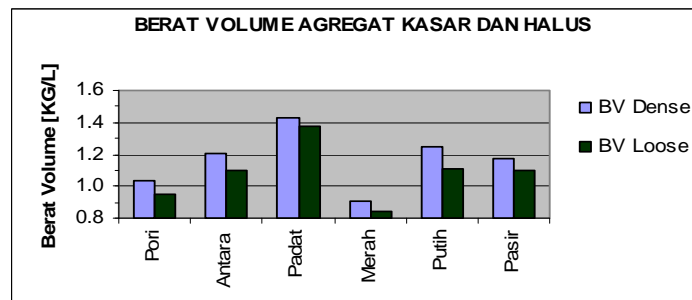
Grafik 3: Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Lolos Batuan Andesit Padat



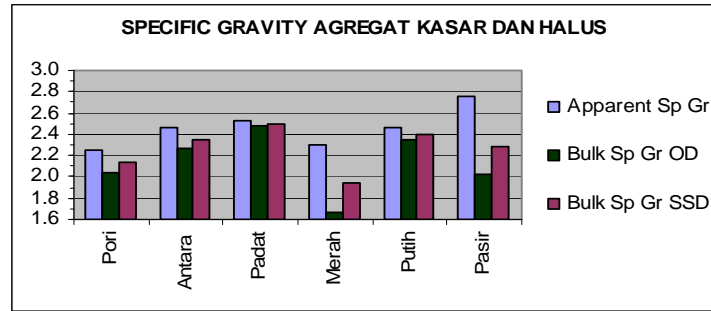
Grafik 4: Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Lolos Batuan Tuff Merah



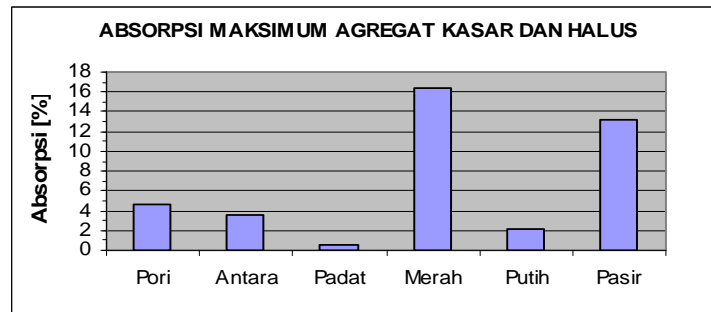
Grafik 5: Hubungan Ukuran Ayakan dengan Persentase Lolos Batuan Tuff Putih



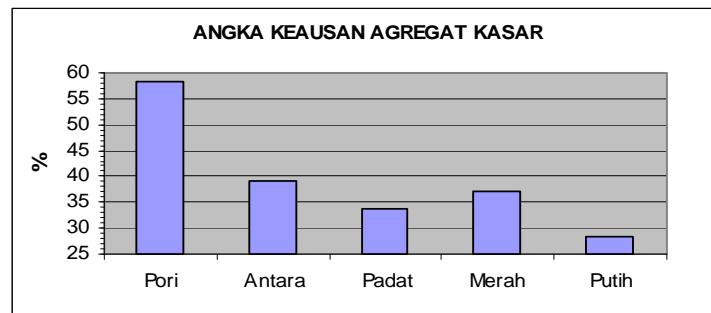
Grafik 6: Hubungan Jenis Agregat dan Berat Volume



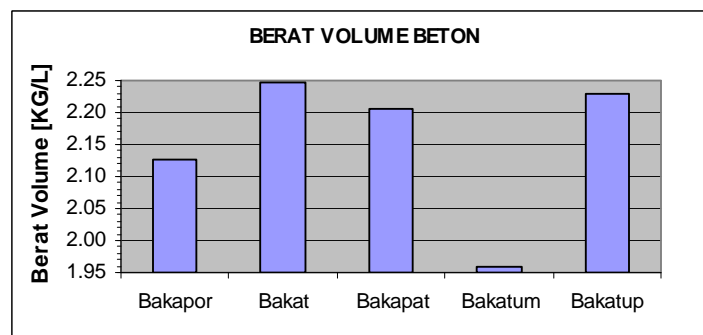
Grafik 7: Hubungan Jenis Agregat dan Berat Jenis



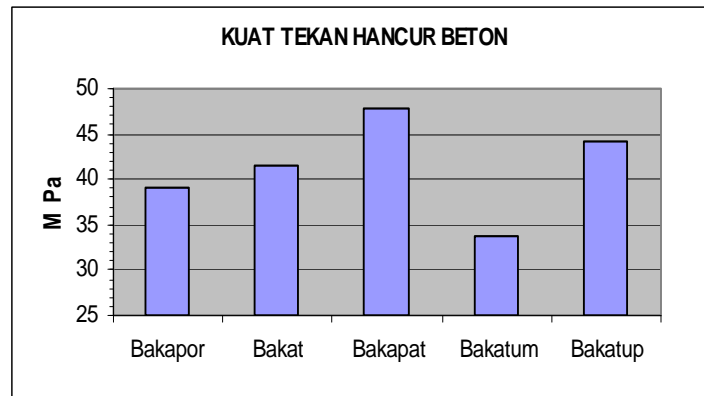
Grafik 8: Hubungan Jenis Agregat dan Absorpsi Maksimum



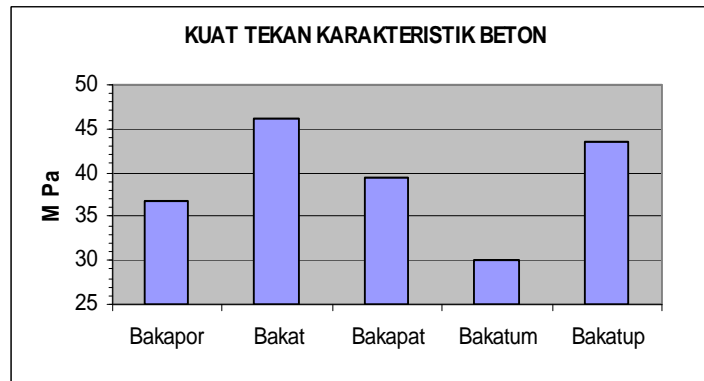
Grafik 9: Hubungan Jenis Agregat dan Angka Keausan



Grafik 10: Hubungan Jenis Beton dan Berat Volume



Grafik 11: Hubungan Jenis Beton dan Kuat Tekan Hancur



Grafik 12: Hubungan Jenis Beton dan Kuat Tekan Karakteristik