

LAPORAN PENELITIAN

TINJAUAN KUAT TEKAN MODULUS ELASTIS BETON

DENGAN CAMPURAN AGREGAT KASAR

BATU MERAH DAN BATU PECAH



OLEH :

**Ir. SUPRATIKNO, M.T
Ir. H. DARUPRATOMO, M.T.
EDY PURWANTO
OKY ARTA PRIMADANA**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS WIDYA DHARMA KLATEN

2016

HALAMAN PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : Tinjauan Kuat Tekan Dan Modulus Elastis Beton Dengan Campuran Agregat Kasar Batu Merah Dan Batu Pecah.
b. Bidang Kajian : Teknik Sipil
2. Ketua Peneliti :
 - a. Nama Lengkap : Ir. Supratikno, M.T.
 - b. Gol Pangkat/NIK : Penata Muda Tk I / IIIa / 690 515 347
 - c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - d. Fakultas/Jurusan : Teknik/Sipil
3. Alamat Ketua Peneliti :
 - a. Alamat Kantor : FTS Universitas Widya Dharma Klaten
Jl. Ki Hajar Dewantoro Klaten
Tilp (0272) 322363
4. Anggota Peneliti Dosen :
 - a. Nama Lengkap : Ir. Darupratomo, M.T.
 - b. Gol Pangkat/NIK : Penata Muda Tk 1 / III b / 690 304 279
 - c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
5. Anggota Peneliti Mahasiswa :
 1. Nama / NIM : Edy Purwanto / 1243100263
 2. Nama / NIM : Oky Arta Primadana / 1243100266
6. Lokasi Penelitian : Kabupaten Klaten
7. Lama Penelitian : 6 bulan
8. Biaya yang diperlukan :
 - a. Lemlitbang Unwidha Klaten : Rp. 3.000.000
 - b. Sumber lain : -

Klaten, Juli 2016



Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. N. Darupratomo, M.T.
NIK : 690 304 279

Ir. Supratikno, M.T.
NIK : 690 515 347.



Kepala Pusat Penelitian

Dr. Iswan Riyadi, M.M.
NIK : 196004011986111001

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Daftar Isi	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Tabel	vi
Intisari	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	1
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
D. Lingkup Penelitian	2
BAB II TINAJAUAN PUSTAKA	4
A. Pengertian Beton	4
B. Sifat-sifat Beton	4
C. Faktor yang mempengaruhi Kuat Tekan Beton	6
D. Pengaruh Pemakaian Agregat Selain Kerikil Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton	6
BAB III LANDASAN TEORI	7
A. Material Penyusun Beton	7
B. Beton Ringan	7
C. Berat Jenis Beton	7

D. Kuat Tekan Beton	8
E. Modulus Elastisitas Beton	8
BAB IV METODE PENELITIAN	10
A. Bahan Penelitian	10
B. Peralatan Penelitian	10
C. Tahap Penelitian	11
D. Pelaksanaan Penelitian	12
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	18
A. Pengujian Agregat	18
B. Pengujian Slump	26
C. Pengujian Berat Jenis Beton	27
D. Pengujian Kuat Tekan Beton	30
E. Pengujian Modulus Elastisitas Beton	32
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan	35
B. Saran	37
PENUTUP	38
DAFTAR PUSTAKA	39

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah kepada Allah Yang Maha Bijaksana, maka akhir dari tugas penelitian ini dapat kami selesaikan sampai dengan penulisan laporan yang sederhana ini. Untuk memenuhi salah satu kewajiban dalam mengemban tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi maka setiap tenaga pengajar harus melakukan penelitian, selain melaksanakan Dharma Pendidikan dan Dharma Pengabdian pada masyarakat.

Dalam kesempatan ini peneliti melakukan penelitian dengan judul Tinjauan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Campuran Agregat Kasar Batu Merah dan Batu Pecah.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Dharma Klaten.

Sehubungan penelitian ini terlaksana dan berhasil berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tidak lupa kami sampaikan kepada beliau yang telah membantu suksesnya penelitian ini.

Mudah-mudahan penelitian ini banyak manfaatnya, terutama bagi perencana beton dalam mencari alternatif bahan agregat kasar yang lain selain batu pecah dan kerikil.

Klaten, juli 2016

Peneliti

Ir. Supratikno, M.T.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar IV.1	Bagan alir penelitian 11
Gambar V.1	Gradasi pasir 20
Gambar V.2	Gradasi batu pecah 23
Gambar V.3	Grafik gradasi batu pecah 25
Gambar V. 4	Hubungan antara nilai slump dan variasi penambahan batu merah pada adukan beton dengan fas 0,45 dengan umur 14 dan 28 hari 26
Gambar V.5	Hubungan antara nilai slup dan variasi penambahan batu merah pada adukan beton dengan fas 0,55 dngan umur 14 dan 28 hari 27
Gambar V.6	Hubungan antara berat jenis dan penambahan batu merah pada umur 14 hari untuk fas 0,45..... 28
Gambar V. 7	Hubungan antara berat jenis dan penambahan batu merah pada umur 28 hari untuk fas 0,45..... 29
Gambar V.8	Hubungan antara berat jenis dan penambahan batu merah pada umur 14 hari untuk fas 0,55..... 29
Gambar V.9	Hubungan antara berat jenis dan penambahan batu merah pada umur 28 hari untuk fas 0,55..... 30
Gambar V.10	Hubungan antara kuat tekan beton dan penambahan batu merah pada umur 14 hari untuk fas 0,45..... 31

Gambar V.11.	Hubungan antara kuat tekan beton dan penambahan batu merah pada umur 28 hari untuk fas 0,45.....	31
Gambar V.12	Hubungan antara kuat tekan beton dan penambahan batu merah pada umur 14 hari untuk fas 0,55.....	32
Gambar V.13	Hubungan antara kuat tekan beton dan penambahan batu merah pada umur 28 hari untuk fas 0,55.....	33
Gambar V.14	Hubungan antara modulus elastisitas beton dan penambahan batu merah pada umur 28 hari untuk fas 0,45.....	33
Gambar V.15	Hubungan antara modulus elastisitas beton dan penambahan batu merah pada umur 14 hari untuk fas 0,45.....	33
Gambar V.16	Hubungan antara modulus elastisitas beton dan penambahan batu merah pada umur 14 hari untuk fas 0,55.....	34
Gambar V.17	Hubungan antara modulus elastisitas beton dan penambahan batu merah pada umur 28 hari untuk fas 0,55.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1	Rencana campuran beton (mix design) dengan fas 0,45.....	15
Tabel IV.2	Rencana campuran beton (mix design) dengan fas 0,55.....	15
Tabel VI.1.	Hasil pengujian agregat pasir	18
Tabel IV.2	Hasil pengujian analisa saringan agregat pasir	20
Tabel IV.3	Hasil pengujian agregat batu pecah.....	21
Tabel IV.4	Hasil pengujian analisis saringan agregat batu pecah	23
Tabel IV.5	Hasil pengujian agregat kasa batu merah	24
Tabel IV.6	Hasil pengujian analisis saringan agregat batu merah	25
Tabel IV.7	Hasil pengujian nilai slump	26
Tabel IV.8	Hasil pemeriksaan berat jenis rata-rata beton umur 14 hari dan 28 hari dengan fas 0,45 dan 0,55.....	27
Tabel IV.9	Hasil pemeriksaan kuat tekan beton umur 14 hari dan 28 hri dengan fas 0,45 dan 0,55.....	30
Tabel IV.10	Hasil pemeriksaan modulus elastisitas beton umur 145 hari dan 28 hari dengan fas 0,45 dan 0,55.....	32

UJI KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTIS BETON DENGAN CAMPURAN AGREGAT KASAR BATU MERAH DAN BATU PECAH

INTISARI

Beton merupakan salah satu unsur penting sebagai elemen pembentuk struktur yang banyak digunakan dewasa ini, sehingga kebutuhan akan bahan dasar beton seperti semen, agregat halus (aspri) dan agregat kasar (batu pecah) selalu meningkat peminatnya. Oleh karena itu perlu kiranya mencari alternatif lain untuk menggantikan bahan tersebut dan membuat suatu motivasi baru untuk menghasilkan beton dengan mutu yang lebih baik. Pecahan batu merah merupakan sisa pecahan produksi batu merah yang belum termanfaatkan dapat dijadikan salah satu alternatif sebagai agregat kasar pengganti sebagian atau keseluruhan batu pecah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pecahan batu merah sebagai pengganti sebagian atau keseluruhan agregat kasar batu pecah beton ditinjau dari kuat tekan dan modulus elastis.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan pengujian di laboratorium. Pengujian antara lain meliputi kuat tekan dan modulus elastis beton pada umur 14 hari dan 28 hari dengan variasi penggantian pecahan bata merah sebesar 0 %, 25 %, 59% 75 % dan 100% terhadap batu pecah. Adukan beton menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI) dan faktor air semen 0,45 dan 0,55. Benda uji dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. pada masing-masing variasi dibuat 5 sampel, 5 sampel diuji umur beton 14 hari dan 5 sampel diuji pada umur beton 28 hari.

Hasil pengujian sifat beton yang ditinjau menunjukkan, bahwa nilai kuat tekan beton maksimal untuk fas 0,45 adalah sebesar 23,579 Mpa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 51,999% dan untuk fas 0,55 adalah sebesar 21,598 Mpa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 53,273 % terhadap variasi penambahan batu merah terbesar. Nilai modulus elastis beton maksimal untuk fas 0,45 adalah sebesar 24,138 Mpa mengalami penurunan modulus elastis beton sebesar 37,727 % dan untuk fas 0,55 adalah sebesar 24,303 Mpa mengalami penurunan modulus elastis beton sebesar 28,527% terhadap variasi penambahan batu merah.

Kata kunci : *pecahan batu merah, kuat tekan, modulus elastis beton*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batu merah adalah bahan yang terbuat dari tanah liat dan diproses melalui pembakaran, sehingga batu merah ini mudah didapat dan tersedia cukup banyak. Bahan yang dipakai untuk penelitian beton ini adalah batu merah yang masih baru, dalam artian batu merah yang akan digunakan belum terpakai atau bukan bekas dan bongkaran bangunan. Pada proses pembuatannya, ternyata tidak semua hasil produksi batu merah dapat dipasarkan, namun kurang lebih 5-10 % rusak atau pecah dan belum dimanfaatkan semaksimal mungkin. Penelitian ini diperkirakan akan memperoleh hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan batu pecah mengingat sifat dan batu merah yang memiliki berat jenis ringan, akibatnya banyak rongga udara yang terdapat pada batu merah dibandingkan agregat batu pecah. Namun peneliti ingin mengetahui seberapa besar penurunan kuat tekan dan modulus elastis beton akibat pengaruh pecahan batu merah sebagai pengganti sebagian atau keseluruhan batu pecah pada beton.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, dapat dibuat suatu perumusan masalah, yaitu bagaimana pengaruh variasi agregat batu merah dan batu pecah terhadap kuat tekan dan modulus elastis beton.

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar penurunan kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang dihasilkan, dengan menggunakan agregat campuran pecahan baru merah dan batu pecali.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran kepada perencana beton dalam mencari alternatif bahan agregat kasar yang lain selain batu pecah dan kerikil.

D. Lingkup Penelitian

Penelitian ini perlu pembatasan masalah, sehingga pembaliansan yang dilakukan tidak meluas dan menjadi jelas batasannya. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis pengujian berupa kuat tekan dan modulus elastisitas beton
- 2) Agregat kasar dan batu pecah (BP) dicampur batu merah (BM) dengan jumlah BM = 0 %. 25 %. 50 %. 75 % dan 100 % dan berat agregat kasar
- 3) Semen yang digunakan pada penelitian ini semen Portland jenis I dengan merek Nusantara, produksi Cilacap Jawa Tengah
- 4) Air yang digunakan diambil dari lokasi pemeriksaan, yaitu Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Dharma Klaten.
- 5) Perencanaan campuran menggunakan cara ACI dengan f_{cs} 0,45 dan 0,55

- 6) Benda uji dibuat silinder beton dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm dan diuji pada 14 dan 28 hari
- 7) Setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah total benda uji = $2 \times 5 \times 3 = 60$ buah
- 8) Slump rencana 7,5 - 10 cm

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Beton

Beton merupakan hasil dan pencampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung (Dipohusodo, 1996).

B. Sifat-sifat Beton

1. Kelebihan beton

Sifat kelebihan beton meliputi:

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal kecuali semen Portland
2. Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan oleh kondisi lingkungan
3. Beton segar dapat dengan mudali diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun tergantung pada keinginan perencana
4. Kuat tekan yang tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat unruk struktur berat.

5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituangkan pada tempat-tempat yang posisinya sulit
7. Beton tennasuk tahan aus dan tali an kebakaran sehingga biaya perawatan termasuk rendah.

2. Kekurangan beton

Sifat kekurangan beton meliputi :

- 1 Beton mempunyai kuat tank yang rendah sehingga mudah retak
- 2 Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah, sehingga perlu diberi tempat untuk susut pengerasan dan pengembangan beton
- 3 Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu
- 4 Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton
- 5 Beton bersifat getas (tidak daktail), sehmgga harus dihitung dan didetail secara seksama, agar setelah dikompositkan dengan baja rulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur yang tahan gempa.

C. Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Faktor-faktor yang mempengaruhi beton adalah :

- 1) Jenis semen dan jumlah semen
- 2) Faktor air semen
- 3) Sifat agregat
- 4) Umur beton
- 5) Perawatan

D. Pengaruh Pemakaian Agregat Selain Kerikil Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton

Pada penelitian Darmanto (1998), digunakan pecahan genteng sebagai balian pengganti agregat kasar dan menghasilkan nilai rata-rata $161,277 \text{ kg/cm}^2$. Pemakaian batu merali dengan batii apung pada beton ringan juga pernah diteliti oleh Susanto (1998), dihasilkan kuat beton $147,69 \text{ kg/cm}^2$, sampai dengan 171.775 kg/cm^2 , maka beton tersebut penggunaannya sebatas untuk agregat non struktural. Pada penelitian Setyowati (2001) tentang kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan variasi agregat halus pasir dan limbah serbuk peleburan besi, mencapai nilai maksimal pada penggantian limbah serbuk peleburan besi 50 % terhadap berat agregat halus pasir, namun bila prosentase penggantian limbah serbuk peleburan besi semakin bertambah, maka nilai kuat dan modulus elastis beton kembang rurun. Nilai kuat tekan maksimum dengan penambahan limbah serbuk peleburan batu kali sebesar 50 % adalah sebesar 26,408 Mpa.

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Material Penyusun Beton

1. Semen protland
2. Agregat
3. Air
4. Batu merah

B. Beton Ringan

Beton biasa merupakan bahan yang cukup berat, dengan berat 2400 kg/cm³ dan menghantarkan panas, mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantar panasnya, maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton jenis sebesar 1850 kg/cm³ dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi.

C. Berat Jenis Beton

Berat jenis beton dipengaruhi oleh jumlah semen, air, dan agregat yang digunakan dalam campuran beton. Kandungan pori dalam beton dan jenis agregat kasar juga sangat berpengaruh terhadap berat jenis beton. Semakin banyak pori-pori dalam beton semakin berkurang berat jenisnya. Berat jenis beton dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\gamma_c = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(III.1)$$

dengan :

γ_c = Berat jenis beton (gr/cm³)

W = Berat beton (gr)

V = Volume silinder beton (cm³)

D. Kuat Tekan Beton

Kekuatan (strength) merupakan sifat yang paling penting, karena berkaitan dengan struktur beton dan mampu memberikan gambaran terhadap mutu beton.

Berdasarkan peraturan beton bertulang Indonesia (PBI, 1982), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus.

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(III.2)$$

dengan :

f_c = Kuat tekan beton (gr/cm³)

P = Beban tekan maksimum (kg/N)

A = Luas permukaan benda uji (cm² atau mm²)

E. Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastis didefinisikan sebagai kemiringan dari diagram tegangan-tegangan yang masih dalam kondisi elastis. Modulus elastis yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam

kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa beton tersebut mempunyai kemampuan menahan tegangan (tekan utama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (kemungkinan terjadi retak) kecil.

Modulus elastisitas beton dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_c = \frac{f}{\varepsilon} = \frac{WL}{Ax} \dots\dots\dots(III.3)$$

dengan :

E_c = Modulus elastis (MPa)

F = tekanan yang diberikan (MPa)

ε = Perubahan bentuk persatuan panjang atau regangan

W = Beban yang diberikan (N)

A = Luas tampang melintang (mm²)

x = Perpendekan beton akibat beban W (mm)

L = Panjang dari silinder (mm)

BAB IV

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dipakai metode eksperimen. Pelaksanaan penelitian laboratorium bahan bangunan, urusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Dharma Klaten.

A. Bahan Penelitian

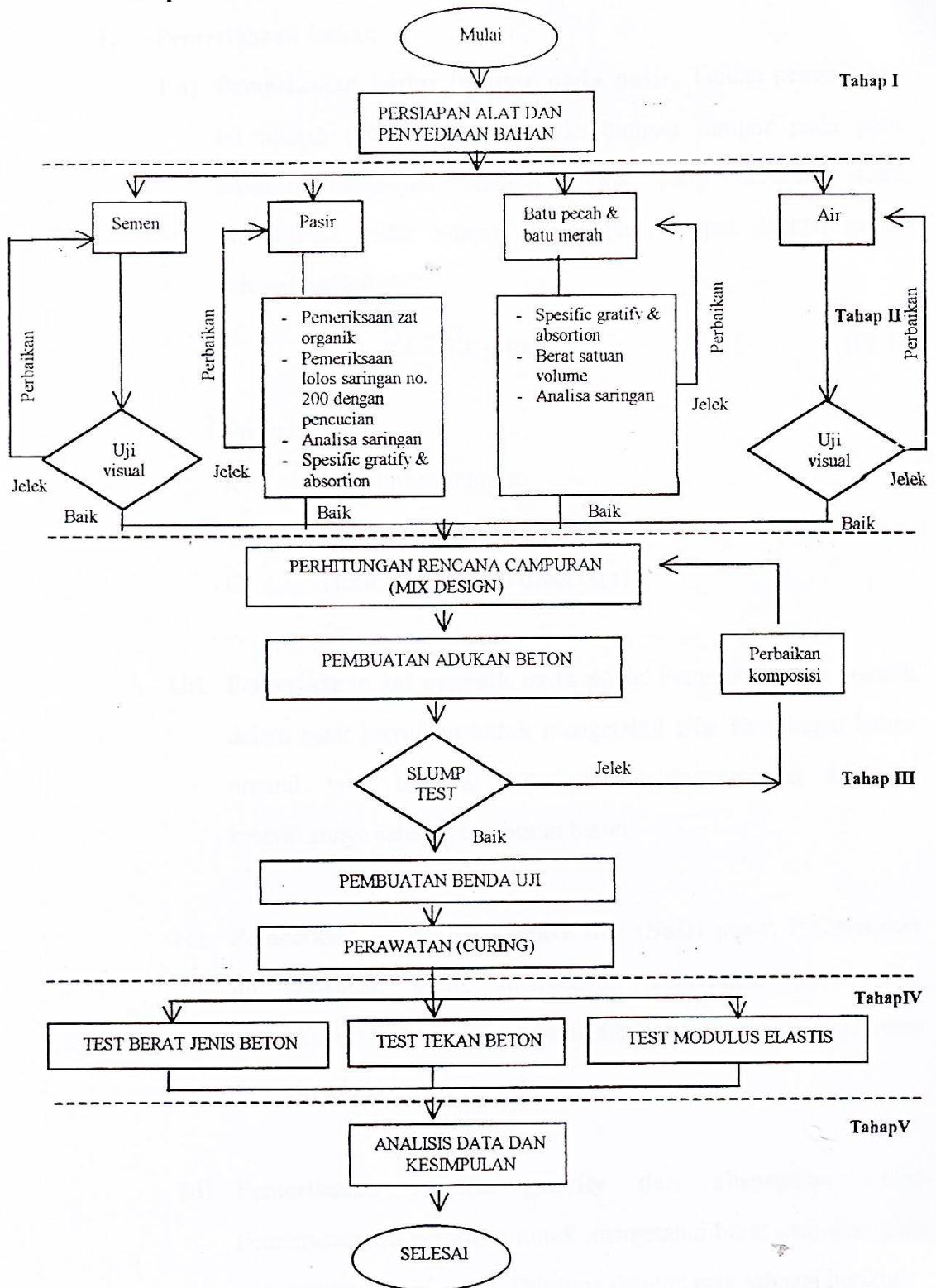
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Air yang digunakan diambil dari Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Widha Dharma Klaten.
- b) Semen yang digunakan pada penelitian ini semen portlan jenis I denan merk Nusantara, produksi Cilacap Jawa Tengah.
- c) Agregat yang digunakan terdiri dari dua, yaitu agregat halus (pasir⁰ dari daerah Kaliworo, Klaten dan agregat kasar (batu pecah) dari Boyolali.
- d) Pecahan batu merah yang digunakan pada penelitian ini adalah bagtu merah yang berasal dari Klaten.

B. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini tersedia di Laboratorium yang meliputi : timbangan, ayakan standar, mesin penggetar ayakan (siever), mesin keausan agregat Los Angelese, gelas ukur, picrometer, oven, desictor, kerucut abram's, cetakan silinder, mesin uji kuat tekan dan modulus elastis beton, mesin pengaduk/molen (*concrete mixer*), tongkat baja, kerucut conus.

C. Tahap Penelitian



Gambar IV.1 Bagan Alir Penelitian

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Pemeriksaan Bahan

1a) Pemeriksaan kadar lumpur pada pasir. Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui kandungan lumpur pada pasir sehingga diperoleh kualitas beton yang bermutu. Cara menghitung kadar lumpur dalam pasir, dapat dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{G_0 - G_1}{G_0} \times 100\% \dots \dots \dots (IV.1)$$

dengan :

K :Kandungan lumpur

G₀ :Berat pasir mula-mula (gr)

G₁ : Berat pasir setelah dicuci (gr)

1b). pemeriksaan zat organik pada pasir. Pemeriksaan zat organik dalam pasir bertujuan untuk mengetahui sifat kandungan bahan organik yang terdapat pada pasir sehingga dapat diketahui kelayakannya sebagai campuran beton.

1c). Pemeriksaan saturated surface dry (SSD) pasir. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kekeringan pasir yang sebenarnya (kekeringan permukaan) yang dapat digunakan campuran beton.

1d). Pemeriksaan specific gravity dan absorption pasir. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan daya penyerapan air oleh pasir. Dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Bulk specific gravity}_{SSD} = \frac{D}{A + D - B} \dots\dots\dots (IV.2)$$

dengan :

A : Berat picnometer + air bersih

B : Berat picnometer + air + pasir

D : berat pasir mula-mula (500 gr)

1e). Pemeriksaan gradasi pasir. Pemeriksaan gradasi pasir bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran pasir modulus halus butirnya.

1f). Pemeriksaan keausan agregat kasar. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui keausan agregat kasar dan mengetahui daya tahan agregat terhadap degradasi atau perpecahan. Semakin kecil nilai abrasi maka semakin baik agregat tersebut untuk digunakan sebagai campuran beton. Dihitung dengan cara :

$$\text{Prosentase keausan} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (IV.3)$$

dengan :

A : Berat agregat mula-mula (gr)

B : Berat agregat yang tertahan saringan 2

1g). Pemeriksaan specific gravity dan absorption batu pecah.

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan daya penyerapan air oleh agregat kasar. Dihitung dengan cara :

$$\text{keadaan SSD} = \frac{A}{A - C} \dots\dots\dots(\text{IV.4})$$

dengan :

A : Berat silinder baja (gr)

B : Berat batu pecah dalam air (gr)

1h). Pemeriksaan berat satuan volume batu pecah. Pemeriksaan berat

satuan volume batu pecah ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat tiap satuan volume. Dihitung dengan cara :

$$\text{Berat satuan volume} = \frac{B - A}{A} \dots\dots\dots(\text{IV.5})$$

dengan :

A : Berat silinder baja (gr)

B : Berat silinder baja setelah diisi batu pecah (gr)

1i). Pemeriksaan gradasi batu pecah. Pemeriksaan gradasi batu pecah

ini bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran batu pecah dan modulus halus butirnya.

2. Perancangan campuran beton

Perhitungan rencana campuran beton bertujuan untuk menentukan proporsi bahan pembentuk beton yaitu : semen, agregat halus (aspir),

agregat kasar (batu pecah), dan air, sehingga akan menghasilkan beton yang berkualitas baik, serta mudah dikerjakan. Penelitian ini menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) sebagai perencanaan dasar campuran.

Tabel IV. 1 Rencana campuran beton (mix design) dengan fas0,45

Batu merah (%)	Kode	Komposisi berat (kg)				
		Semen	Pasir	Batu pecah	Air	Batu merah
0	DN 00-(1-6)	2,395	3,511	7,278	1,079	0
25	DN 25-(1-6)	2,395	3,511	5,459	1,079	7,278
50	DN 50-(1-6)	2,395	3,511	3,639	1,079	3,639
75	DN 75-(1-6)	2,395	3,511	1,820	1,079	5,459
100	DN 100-(1-6)	2,395	3,511	0	1,079	7,278

Tabel IV. 2 Rencana campuran beton (mix design) dengan 55

Batu merah (%)	Kode	Komposisi berat (kg)				
		Semen	Pasir	Batu pecah	Air	Batu merah
0	DY 00-(1-6)	1,956	3,871	7,278	1,079	0
25	DY 25-(1-6)	1,956	3,871	5,459	1,079	7,278
50	DY 50-(1-6)	1,956	3,871	3,639	1,079	3,639
75	DY 75-(1-6)	1,956	3,871	1,820	1,079	5,459
100	DY 100-(1-6)	1,956	3,871	0	1,079	7,278

3. Pengujian nilai slump

Pengujian nilai slump ini dimaksudkan untuk mendapatkan kekentalan beton segar. Pengujian dilakukan dengan menggunakan kerucut Abram's yaitu berbentuk kerucut dengan diameter atas 10 cm, diameter bagian bawah 20 cm dan tinggi 30 cm dengan bagian atas maupun bawah berlubang.

4. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji sesuai dengan perhitungan proporsi campuran beton yang telah direncanakan dan telah diuji slump-nya. Setiap variasi dibuat 3 benda uji dengan fas 0,45 dan 0,55, masing-masing dengan umur 14 hari dan 28 hari sehingga jumlah total benda uji adalah 60 buah.

5. Perawatan beton

Perawatan beton dimaksudkan untuk permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Perawatan beton yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan cara merendam silinder beton di dalam bak yang berisi air sampai beton berumur 14 dan 28 hari.

6. Pemeriksaan berat jenis

Sebelum pengujian benda uji, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan berat jenis, berat jenis dapat diketahui dengan cara

menghitung dan mengukur tinggi serta diameter benda uji, sehingga dapat diketahui berat dan volume benda uji tersebut.

7. Pengujian kuat tekan benda uji dan modulus elastis beton

Setelah beton berumur 14 dan 28 hari maka dilakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastis beton dengan tujuan mengetahui seberapa besar kuat tekan dan modulus elastis dengan jalan memberikan beban kepada benda uji sampai hancur.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Agregat

1. Pengujian Agregat Halus

Tabel V. 1 Hasil pengujian agregat pasir

Materi pengujian	Pengamata	hasil
a) Kandungan bahan organik	Warna	Kuning
b) Kadar lumpur	Kadar lumpur	3 %
c) SSD	Penurunan	3,533 cm
d) Specific gravity dan absorpsi	Bj kering Bj permukaan jenuh air Penyerapan	2,607 gr/cm ³ 2,688 gr/cm ³ 3,092 %
e) Gradasi pasir	Modulus halus butir Pemeriksaan gradasi pasir	2,53291 Batas gradasi daerah II

Tabel V.1 diatas dapat diketahui hal-hal sebagai berikut :

- a) Agregat halus (pasir) tidak boleh mengandung kandungan bahan organik banyak, karena akan mempengaruhi mutu beton. Hasil pengujian zat dalam pasir dengan cara menambahkan larutan NaOH 3%. Selama 24 jam diperoleh larutan warna kuning. Menurut alat Hellige Tester warna tersebut sesuai No. 2, warna ini menunjukkan bahwa pasir sedikit mengandung bahan organik, sehingga pasir dapat langsung digunakan untuk campuran beton.

- b) Hasil pengujian kadar lumpur menunjukkan bahwa kandungan lumpur pada agregat halus adalah 3 %. Kandungan lumpur pada pasir ini memenuhi persyaratan pengawasan mutu agregat, yaitu kandungan lumpur tidak boleh lebih dan 5 %, maka pasir layak sebagai campuran beton.
- c) Mencari SSD pasir yaitu dengan penurunan puncak kerucut pasir ini lebih kurang separuh dan tinggi kerucut conus. Jika setelah kerucut conus diangkat tetapi masih membentuk kerucut, berarti pasir masih basah (belum mencapai SSD). Pengujian yang dilakukan ini diperoleh penurunan pasir rata-rata sebesar 3,533 cm, sedangkan tinggi pasir mula-mula 7,6 cm. Keadaan ini membuktikan bahwa penurunan pasir masih basah. Jadi pasir tersebut perlu diangin-anginkan sebelum digunakan sebagai campuran beton.
- d) Berdasarkan berat jenisnya, agregat dibagi menjadi tiga macam yaitu : agregat ringan (mempunyai berat jenis kurang dari $2,0 \text{ gr/cnr}^1$), agregat normal (mempunyai berat jenis antara $2,5 - 2,7 \text{ gr/cm}^3$), dan agregat berat (mempunyai berat jenis rata-rata $2,7 \text{ gr/cm}$). Hasil pengujian berat agregat halus (pasir) diperoleh bahwa berat jenis rata-rata $2,607 \text{ gr/cm}^3$, sehingga dapat disimpulkan, bahwa agregat yang dipakai dalam penelitian ini digolongkan dalam agregat normal.
- e) Hasil pengujian modulus butir halus (MHB) pasir diperoleh sebesar 2,53291. Umumnya pasir mempunyai nilai MHB antara 1,5 sampai 3,8 oleh karena itu MHB pasir yang diteliti masih berada di dalam batasan

MHB pasir pada umumnya, maka pasir ini memenuhi syarat unruk digunakan sebagai bahan susun beton.

Hasil pengujian ayakan pasir secara lengkap dapat dilihat pada tabel V.2 dan dilukiskan bentuk gradasi pasir seperti pada gambar V.1

Tabel V. 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat pasir

No	Ukuran lubang ayakan	Berat pasir	Koreksi	Berat tertahan terkoreksi	Persentase berat tertahan	Persentase komulatif berat	Persentase lolos	Batas gradasi daerah II (SK.SNI.T-15-1990-03)
	Mm	Gram	Gram	Gram	%	%	%	%
1	9.5	0	0	0	0	0	100	100
2	4.15	13	0.800	13.800	2.760	2.760	97.239	90-100
3	2.36	33	2.031	35.031	7.006	9.766	90.233	75-100
4	1.18	79	4.864	83.864	16.772	26.539	73.460	55-90
5	0.6	85	5.233	90.233	18.0456	44.585	55.414	35-59
6	0.3	140	8.619	148.62	29.723	74.309	25.690	8-10
7	0.15	99	6.095	105.095	21.019	95.329	4.670	0-10
8	Pan	22	1.354	23.354	4.670	-	0	-
		471		500		253.291		

2. Pengujian Agregat Kasar

Tabel V. 3 hasil Pengujian Agregat Batu Pecah

Materi pengujian	Pengamatan	Hasil
a) Specific gravity dan absorpsi	Bj kering	2.569 gr/cm ³
	Bj Jenuh kering muka	2.582 gr/cm ³
	Penyerapan	0,501 %
b) Keausan	Keausan	36,7 %
c) Berat satuan volume	Rata-rata satuan volume	1,6 gr/cm ³
d) Gradasi batu pecah	Modulus halus butiran	7,227
	Pemeriksaan gradasi batu pech	Memenuhi batas gradasi diameter 40 mm

Tabel V. 3 diatas dapat diketahui hal-hal sebagai berikut :

- a) Hasil pengujian berat jenis agregat kasar (batu pecah) yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 2,569 gr/cm³, merupakan agregat normal karena mempunyai berat jenis antara 2,5 - 2,7 gr/cm³. maka dapat disimpulkan bahwa agregat batu pecah ini telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan susun beton.
- b) Hasil pengujian modulus halus butir (MHB) batu pecah diperoleh sebesar 7,227. Umumnya batu pecah mempunyai nilai MHB antara 5 sampai 8, oleh karena itu MHB batu pecah yang diteliti masih berada di dalam batasan MHB batu pecah pada umumnya, maka batu pecah ini memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan susun beton.
- c) Kekerasan dari butir-butir agregat kasar yang diperiksa dengan mesin pengaus Los Angeles harus memenuhi syarat yaitu tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dan 40 %. Hasil pengujian didapat nilai

1	38	27.592	0.025	29.617	2.762	2.762	97.238	95-100
2	19	314.478	0.282	314.760	31.486	34.248	65.752	35-70
3	9.5	530.816	0.476	531.292	53.139	57.377	12.623	10-30
4	4.75	109.391	0.058	109.842	10.949	98.316	1.684	0-5
5	2.36	16.827	0.015	16.842	1.684	100	0	0
6	1.18	0	-	-	-	100	0	0
7	0.6	0	-	-	-	100	0	0
8	0.3	0	-	-	-	100	0	0
*	0.15	0	-	-	-	100	0	0
10	Pan	0	-	-	-	-	-	0
		999.104				722.703		-

3. Pengujian Agregat Batu Merah

Tabel V. 5 hasil Pengujian Agregat Kasar Batu Merah

Materi pengujian	Pengamatan	Hasil
a) Specific gravity dan absorpsi	Bj kering Bj Jenuh kering muka Penyerapan	1.875 gr/cm ³ 2.250 gr/cm ³ 20 %
b) Berat satuan volume	Rata-rata satuan volume	1.462 gr/cm ³
c) Gradasi batu pecah	MHB Pemeriksaan gradasi batu merah	7,447 Memenuhi batas gradasi diameter 40 mm

Dari Tabel V.5 diatas dapat diketahui hal-hal sebagai berikut :

- a) Pecahan batu merah memiliki berat jenis jenuh kering muka 2.250 gr/cm³, berarti batu merah tidak termasuk agregat normal (204-2.7 kg/cm³).
- b) Berat satuan volume batu merah adalah 1,462 gr/cm³, berarti telah memenuhi persyaratan berat satuan volume nonnal untuk batu pecah 1,2 -1.6 gr/cm³.
- c) Modulus halus butir pada batu merah 7.447, berarti telah memenuhi persyaratan MHB nonnal untuk batu pecah (5 - 8), sehingga telah

memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan sebagai bahan susun beton.

- d) Agregat batu merah yang digunakan pada penelitian ini memiliki daya serap air sebesar 20 %. Hal ini dikarenakan batu merah memiliki rongga udara atau pon yang besar sehingga daya serap airnya tinggi.

Hasil pengujian ayakan batu merah secara lengkap dapat dilihat pada tabel V.6. dan dilukiskan bentuk gradasi batu merah seperti gambar V.3.

Tabel V. 6 Hasil Pengujian Analisis Sanngan Agregat Batu Merah

Ukuran ayakan (mm)	Berat tertahan (terkoreksi)	Persentase berat tertahan (%)	Persentase kumulatif berat tertahan (%)	Persentase lolos (%)	Syarat berdasarkan (SK.SNI.T-01990-03)
44.4	144.885	7.244	7.244	95.755	95-100
38.1	1034.989	51.749	58.993	41.007	35-70
19.0	535.879	26.794	85.787	14.213	10-35
9.5	198.789	9.940	95.727	4.273	0-5
4.75	85.458	4.273	100	0	-
2.36	0	0	100	0	-
1.18	0	0	100	0	-
0.60	0	0	100	0	-
0.30	0	0	100	0	-
0.15	0	0	100	0	-
pan	0	0	-	-	-
	2000	100	744.751		

B. Pengujian Slump

Tabel V.7. Hasil Pengujian Nilai Slump

Variasi penambahan batu merah	Nilai slump rata-rata (cm)			
	Fas 0,45		Fas 0,55	
	Umur 14 hari	Umur 28 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari
0%	8.4	8.4	8.5	8.5
25%	8.2	8.2	8.4	8.4
50%	7.9	7.9	8	8
75%	7.7	7.7	7.8	7.8
100%	7.1	7.1	7.6	7.6

C. Pengujian Berat Jenis Beton

Tabel V.8. Hasil Pemeriksaan berat jenis rata-rata beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan fas 0,45 dan 0,55

Variasi penambahan batu merah	Nilai slump rata-rata (cm)			
	Fas 0,45		Fas 0,55	
	Umur 14 hari	Umur 28 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari
0%	2.186	2.301	2.352	2.383
25%	2.172	2.194	2.195	2.263
50%	1.955	1.999	2.071	2.075
75%	1.902	1.917	1.930	1.962
100%	1.817	1.842	1.836	1.854

Hasil pengujian nilai berat jenis beton pada tabel V.7 kemudian dilukiskan pada gambar V.6 dan gambar V.9

D. Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel V.9. Hasil Pemeriksaan kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari dengan fas 0,45 dan 0,55

Variasi penambahan batu merah	Kuat tekan beton (MPa)			
	Fas 0,45		Fas 0,55	
	Umur 14 hari	Umur 28 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari
0%	21.220	23.579	19.994	21.598
25%	18.863	19.24	16.128	18.014
50%	15.021	16.505	14.618	14.901
75%	13.676	13.863	12.639	13.639
100%	9.243	11.318	7.45	10.092

Hasil pengujian nilai kuat beton pada tabel V.7.

E. Pengujian Modulus Elastis Beton

Tabel V.10. hasil Pemeriksaan modulus elastis beton berumur 14 hari dan 28 hari dengan fas 0,45 dan 0,55

Variasi penambahan batu merah	Modulus elastis beton (MPa)			
	Fas 0,45		Fas 0,55	
	Umur 14 hari	Umur 28 hari	Umur 14 hari	Umur 28 hari
0%	24.138	24.658	21.060	22.530
25%	21.358	22.352	18.832	20.976
50%	18.862	2.210	16.985	19.093
75%	16.142	17.610	14.856	15.132

100%	14.790	16.291	13.138	14.606
------	--------	--------	--------	--------

Hasil pengujian nilai modulus elastis beton pada tabel V.7, kemudian dilukiskan pada Gambar V.13 dan gambar V.16

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah mengadakan serangkaian penelitian tentang penambahan batu merah terhadap kuat tekan dan modulus elastis beton, dan diadakan serta pembahasannya, maka dapat diambil kesimpulan :

- 1) Hasil pengujian zat organik dalam pasir dengan alat Hellige Tester menunjukkan bahwa pasir sedikit mengandung bahan organik, sehingga pasir dapat langsung digunakan.
- 2) Kandungan lumpur pada pasir ini memenuhi persyaratan pengawasan mutu agregat, yaitu kandungan lumpurnya sebesar 3 % (lebih kecil dari 5%)
- 3) Hasil pengujian berat jenis agregat halus (pasir) diperoleh bahwa berat jenis rata-rata 2,408 (jadi termasuk agregat normal)
- 4) Hasil pengujian modulus halus butir (MHB) pasir diperoleh sebesar 2,53291. Jadi pasir yang diteliti memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan susun beton
- 5) Batu pecah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan agregat normal dengan berat jenis 2,569 gr/cm³ (antara 2,5 - 2,7 gr/cm³)
- 6) Hasil pengujian modulus halus butir (MHB) batu pecah diperoleh sebesar 7,502. Jadi batu pecah yang diteliti memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan susun beton.

- 7) Kekerasan dari butir-butir agregat kasar yang diperiksa dengan mesin pengaus Los Angeles memenuhi syarat yaitu tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 40 %. Hasil pengujian didapat nilai keausan 36,786 %, jadi agregat kasar batu pecah ini memenuhi syarat yang digunakan
- 8) Batu merah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan nonnal sebagai agregat ringan dengan berat jenis 1,875 gr/cnr
- 9) Hasil pengujian modulus halus butir (MHB) batu merali diperoleh sebesar 7,447. jadi batu merali yang diteliti memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan susun beton
- 10) Persentase penambahan batu merali 0 % diperoleh nilai slump paling tinggi. Nilai slump terus menurun seiring dengan penambahan persentase batu merali dalam campuran beton
- 11) Semakin besar penambahan batu merah pada campuran beton, semakin kecil berat jenis betonnya.
- 12) Nilai kuat tekan beton maksimal untuk fas 0,45 adalah sebesar 23,579 MPa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 51,999 %, dan untuk fas 0,55 adalah sebesar 21,598 MPa mengalami penurunan kuat tekan sebesar 53,273 % terhadap variasi penambahan batu merah terbesar.
- 13) Nilai modulus elastis beton maksimal untuk fas 0,45 adalah sebesar 24,657 MPa mengalami penurunan modulus elastis beton sebesar 38,929 %, dan untuk fas 0,55 adalah sebesar 2.530 MPa mengalami penurunan modulus elastis beton sebesar 35,171 % terhadap variasi penambahan batu merah.

- 14) Pemakaian batu merah akan mempengaruhi workability (pengerjaan), semakin besar penambahan batu merah maka workability akan semakin sulit.

B. Saran

Masih banyak variabel dalam penelitian ini yang perlu dikaji lebih lanjut, mungkin dalam bentuk penelitian lanjutan atau yang lainnya. Untuk itu perlu diperhatikan beberapa saran berikut:

- 1) Perlu diadakan penelitian sejenis yang menggunakan agregat limbah beton maupun bongkahan-bongkahan dinding beton yang ditemukan di daerah-daerah tertentu
- 2) Perlu diadakaii penelitian mengenai sifat-sifat struktural lainnya pada beton yang menggunakan agregat limbah beton
- 3) Pada penelitian ini pemadatan dilakukan dengan tenaga manusia sehingga adukannya kurang sempurna. Pada penelitian selanjutnya hendaknya digunakan mesin penggetar agar didapat hasil beton yang kuat.
- 4) Perlu diadakan penelitian-penelitian yang menggunakan aregat lain sebagai pengganti agregat kerikil yang semakin sulit diperoleh di daerah-daerah tertentu. Sehingga di dapat alternatif-alternatif lam untuk mendapatkan bahan-bahan susun beton
- 5) Perlu peningkatan mutu beton yang lebih baik, karena kebutuhan teknologi beton dewasa ini semakin meningkat, sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi

PENUTUP

Kami bersyukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena karuni-Nya maka penelitian ini dapat kami selesaikan pada waktunya.

Penelitian ini hasilnya dapat menunjang ilmu pengetahuan dan kenyataan sehingga dapat bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya. Maka dari itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang dengan sukarela membantu dan ikut secara moril maupun materiil.

Kemudian tidak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Widya Dharma Klaten sebagai tempat penelitian ini.

Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi masyarakat dan kita semua.

Klaten, Juli 2016

Peneliti

DAFTAR PUSTAKA

- ACI. 1979. *State Of Art Report On High Stength Concrete*, ACI Material Journal Committee Report, ACI Committee 363, United States of America.
- ASTM, 1992, *Standart Specification For Concrete Agregates*, American Society For Testing Materials, ASTM C 33, Philadelphia.
- BPPU, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)*, Pusat Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung.
- Darmanto, 1998, *Tinjauan Kuat Desak Beton Dengan Agregat Pecahan Genteng "Press" Beton*, Tugas Akliir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Dipohusodo I., 1996, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- DPU, 1991. *StandarSKSNIM-62—1990-03 : Metoda Pembuatan danPerawatan Benda Uji di Laboratorium*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- DPU., 1991. *Standar SKSNI T-15—1990-03 : Tata cara Pembuatan Campuran Beton Normal*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Gambhir, M.I., 1986, *Concrete Tecnology*, Mc Graw Hill, New Delji
- Murdock L.J. dan K.M. Brook, 1986. *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta
- Nawy, E.G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, PT. Eresco, Bandung
- Setyowati, R. 2001, *Uji Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Agregat Halus Pasir dan Limbah Serbuk Peleburan Besi*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Subakti, A., 1995, *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Susanto, K., 1998. *Pengaruh Pemakaian Batu Apung Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil. Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Penerbit Nafitri, Yogyakarta