

KUAT TEKAN BATAKO DENGAN PENAMBAHAN SEMEN MERAH DARI LIMBAH GERABAH

Rizky Dian Anggakusuma¹⁾, Supardi²⁾, Edy Purwanto³⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

^{2),3)}Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 Telp: 0271-634524.

Email : rizkydianangga@gmail.com

Abstract

Batako used as a substitute for red bricks is increasingly popular. Various materials as an addition materials are used to improve the quality. Utilization of pottery waste attempted to be used, because it contains silica elements. The addition of red cement pottery waste is the addition of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% of the cement weight with gradation through sieve No. 200. Specimens with length of 40cm, width of 10cm, and tall of 20cm is used for visual and compressive strength testing. Whereas the specimen for water absorption testing is 20cm long, 10cm wide, and 20cm high. Tests using a CTM (Compression Testing Machine) at the age of 28 days. From the results of visual examination and measure deviation for all composition of the mixture showed that batako still meet the requirements of SNI 03-0349-1989 and PUBI 1982. Value of the average compressive strength with the addition of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% were 25.47kg/cm², 36.43kg/cm², 37.81kg/cm², 31.85 kg/cm², and 27.27kg/cm² which is meet the eligibility criteria of solid concrete brick IV. Value of the average water absorption by the percentage of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% were 15.22%, 12.47%, 7.28%, 6.58 %, and 10.87%.

Keywords : *Batako, compressive strength, measure deviation, red cement of pottery waste, visual, water absorption.*

Abstrak

Batako semakin populer digunakan sebagai pengganti batu bata merah. Berbagai bahan tambah digunakan untuk meningkatkan mutu batako. Pemanfaatan limbah gerabah dicoba untuk dimanfaatkan, karena limbah gerabah memiliki kandungan unsur silika. Penambahan semen merah dari limbah gerabah sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat semen dengan gradasi lolos saringan No.200. Benda uji dengan ukuran panjang 40cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm untuk pengujian visual dan kuat tekan. Sedangkan benda uji untuk pengujian daya serap air berukuran panjang 20cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm. Pengujian menggunakan alat CTM (Compression Testing Machine) pada umur batako 28 hari. Dari hasil pengujian visual dan penyimpangan ukuran menunjukkan bahwa batako dengan campuran semen merah dari limbah gerabah untuk seluruh komposisi masih memenuhi persyaratan pandangan luar SNI 03-0349-1989 dan PUBI 1982. Nilai kuat tekan rata-rata dengan persentase penambahan sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 25,47kg/cm², 36,43kg/cm², 37,81kg/cm², 31,85kg/cm², dan 27,27 kg/cm² yang memenuhi kriteria persyaratan bata beton pejal IV. Nilai daya serap air rata-rata dengan persentase sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 15,22%, 12,47%, 7,28%, 6,58%, dan 10,87%.

Kata kunci : Batako, semen merah dari limbah gerabah, visual, penyimpangan ukuran, kuat tekan, daya serap air.

PENDAHULUAN

Batako pada saat ini semakin populer digunakan sebagai pengganti batu bata merah. Hal ini disebabkan karena batako dinilai lebih cepat dalam pembuatan maupun pengerjaannya untuk pasang dinding. Dalam pembuatan batako tidak memerlukan proses pembakaran seperti pembuatan batu bata merah. Maka secara tidak langsung kebutuhan batako akan meningkat sebagai pengganti penggunaan batu bata dan seiring dengan majunya pembangunan perumahan.

Berbagai bahan tambah digunakan untuk meningkatkan mutu batako tanpa mengurangi kualitas dari bahan tersebut. Salah satu perkembangan teknologi bahan bangunan tersebut adalah penggunaan bahan tambah semen yaitu bahan pozzolan. Pozzolan adalah bahan alam/buatan terdiri dari unsur-unsur silika, alumina yang reaktif. Dalam keadaan halus dan di campur air dan kapur maka akan mengeras dan membentuk suatu masa yang padat dan sukar larut dalam air. Kandungan ini juga terdapat pada gerabah, sehingga dengan alasan inilah, pemanfaatan limbah gerabah dicoba untuk dimanfaatkan. Di mana, limbah gerabah berasal dari tanah liat yang pada proses pembuatannya mengalami pembakaran diharapkan dapat memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

Banyaknya limbah gerabah yang berasal dari industri rumahan yang terletak di pedukuhan Kajen, Bangunjiwo, Kasihan, Bantul, Yogyakarta dengan hasil limbah gerabah sebesar 2-5 buah pada tiap pembakaran. Limbah sebesar ini belum bisa dimanfaatkan secara maksimal, hanya ditampung dan digunakan sebagai urugan tanah. Pemanfaatan

semen merah dari limbah gerabah sebagai bahan tambah ini sangat mudah dalam proses pembuatannya karena limbah gerabah sudah dihancurkan dan lolos saringan no.200.

Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang pemanfaatan limbah gerabah sebagai bahan pembuatan batako. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dimana limbah gerabah digunakan sebagai bahan pengganti pasir dengan perbandingan berat bahan (1Pc:7Ps:1Ge, 1Pc:6Ps:2Ge, 1Pc:5Ps:3Ge) maka didapatkan kuat tekan rata-rata tiap komposisi sebesar 49,16 kg/cm², 72,70 kg/cm², dan 97,88 kg/cm² serta daya serap air rata-rata tiap komposisi sebesar 12,91%, 11,11%, dan 9,73% (Anang Setyawan, 2011).

Penelitian tentang analisis kuat tekan batako dengan limbah karbit sebagai bahan tambah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan perbandingan berat bahan (1Pc:8Ps:10%Lk, 1Pc:8Ps:20%Lk, 1Pc:8Ps:30%Lk) maka didapatkan kuat tekan rata-rata tiap komposisi sebesar 33,96 kg/cm², 75,06 kg/cm², dan 61,53 kg/cm² serta penyerapan air rata-rata tiap komposisi sebesar 13,1%, 10,8%, dan 11,2% (Hendratmo Muji Utomo, 2010).

Syarat Mutu Batako atau Bata Beton

Tabel 1. Persyaratan fisik Bata Beton Pejal Berdasarkan PUBI, 1982

| Bata Beton Pejal Mutu | Kuat tekan Minimum (kg/cm ²)* | | |
|-----------------------|---|----------------------|------------------------------------|
| | Rata – rata dari 5 buah | Masing – masing bata | Penyerapan air maksimum (% volume) |
| A1 | 25 | 21 | - |
| A2 | 40 | 35 | - |
| B1 | 70 | 65 | 35 |
| B2 | 100 | 90 | 25 |

Tabel 2. Persyaratan fisik Bata Beton Pejal Berdasarkan SNI 03-0349-1989

| Bata Beton Pejal Mutu | Kuat tekan Minimum (kg/cm ²)* | | Penyerapan air maksimum (%) |
|-----------------------|---|----------------------|-----------------------------|
| | Rata – rata dari 5 buah | Masing – masing bata | |
| I | 100 | 90 | 25 |
| II | 70 | 65 | 35 |
| III | 40 | 35 | - |
| IV | 25 | 21 | - |

Persyaratan Dimensi dan Toleransi

Tabel 3. Persyaratan Ukuran dan Toleransi Berdasarkan PUBI, 1982

| Jenis | Ukuran nominal ± toleransi (mm)* | | |
|--------|----------------------------------|---------|---------|
| | Panjang | Lebar | Tebal |
| Besar | 400 ± 3 | 200 ± 3 | 100 ± 2 |
| Sedang | 300 ± 3 | 150 ± 3 | 100 ± 2 |
| Kecil | 200 ± 3 | 100 ± 2 | 80 ± 2 |

Tabel 4. Persyaratan Ukuran dan Toleransi Berdasarkan SNI 03-0349-1989

| Jenis | Ukuran nominal (mm) | | |
|-------------|---------------------|--------------------|---------|
| | Panjang | Lebar | Tebal |
| 1.Pejal | 390 + 3 390 - 5 | 90 ± 2 | 100 ± 2 |
| 2.Berlubang | | | |
| a.Kecil | 390 + 3 390 - 5 | 190 + 3 390 - 5 | 100 ± 2 |
| b.Besar | 390 + 3 390 - 5 | 190 + 3 390 - 5 | 200 ± 3 |

Pengujian Penyimpangan Ukuran

Untuk mengetahui ukuran benda rata-rata batako, dipakai 5 buah benda uji yang utuh. Sebagai alat pengukur dipakai mistar sorong/kaliper yang dapat mengukur teliti sampai 1 mm, setiap pengukuran panjang, lebar, tebal atau tebal

dinding batako berlubang, dilakukan paling sedikit tiga kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitung harga rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut. Harga pengukuran dari 5 buah benda uji, dilaporkan mengenai ukuran rata-rata, ukuran terkecil, dan ukuran terbesar. Permukaan benda uji diamati meliputi : keadaan permukaan, kerapatan dan keadaan sudut-sudutnya.

Kuat Tekan

Kuat tekan (*Compressive strength*) adalah suatu bahan yang merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut (Mariq R.2009). Kuat tekan batako mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

Dengan :

f_c = Kuat tekan (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang bahan (mm²)

Daya Serap Air

Besar kecilnya penyerapan air oleh batako sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada batako tersebut. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam batako maka akan semakin besar pula penyerapan air sehingga ketahanannya akan berkurang. Rongga (pori-pori) yang terdapat pada batako terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga (Sipayung.M. 1995).

Persentase penyerapan air dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots [2]$$

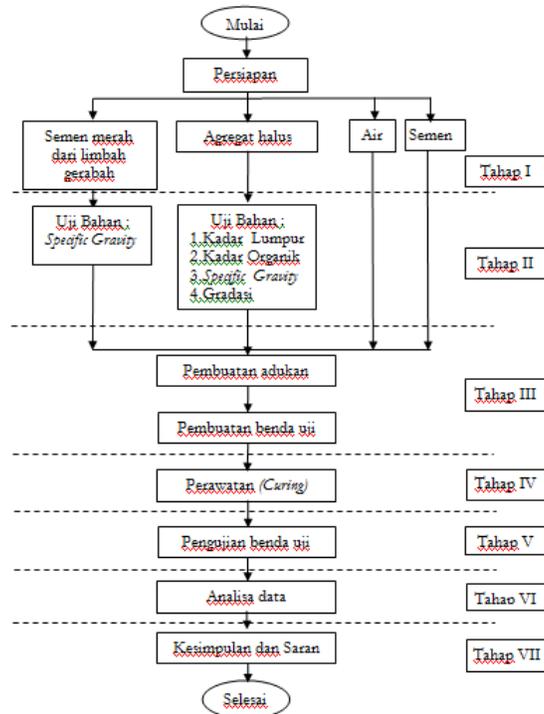
Dengan :

m_b = Massa basah dari sampel (gr)

m_k = Massa kering dari sampel (gr)

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium yaitu dengan membuat batako dengan menambahkan kadar semen merah dari limbah gerabah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen. Benda uji berbentuk balok dengan ukuran panjang 40cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm untuk pengujian visual dan kuat tekan. Sedangkan benda uji untuk pengujian daya serap air berukuran panjang 20cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm. Benda uji berjumlah 5 buah untuk masing-masing variasi persentase semen merah dari limbah gerabah. Pengujian menggunakan alat CTM (Compression Testing Machine) pada umur batako 28 hari.



Gambar 1. Bagan Alir Tahap-tahap Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Batako

Kombinasi campuran pada masing-masing benda uji :

- Sampel I : 1,0 semen portland + 10 pasir + 1 air (Contoh dilapangan)
- Sampel II : 1,0 semen portland + 10 pasir + 1 air + 5% semen merah (LG).
- Sampel III : 1,0 semen portland + 10 pasir + 1 air + 10% semen merah (LG).
- Sampel IV : 1,0 semen portland + 10 pasir + 1 air + 15% semen merah (LG).
- Sampel V : 1,0 semen portland + 10 pasir + 1 air + 20% semen merah (LG).

Berikut adalah kebutuhan masing-masing bahan menurut persentase perbandingan berat bahan, seperti pada tabel berikut :

Tabel 5. Hasil Analisis Kebutuhan Bahan

| Komposisi campuran | Berat bahan perbenda uji (gr) | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---------|--------|---------------------------------|
| | Semen | Pasir | Air | Semen merah dari limbah gerabah |
| 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air | 9807 | 84347,9 | 3269,3 | - |
| 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 5% LG | 9807 | 84347,9 | 3269,3 | 490,4 |
| 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 10% LG | 9807 | 84347,9 | 3269,3 | 980,8 |
| 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 15% LG | 9807 | 84347,9 | 3269,3 | 1471,2 |
| 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 20% LG | 9807 | 84347,9 | 3269,3 | 1961,9 |

Hasil Pengujian Agregat Halus

Tabel 6. Hasil Pengujian Agregat Halus

| No | Jenis Pemeriksaan | Satuan | Hasil | Spesifikasi*) |
|----|---------------------------|--------------------|-------|---------------|
| 1 | Kandungan zat organik | % | 6 | 0-10 |
| 2 | Kandungan lumpur | % | 4 | Maks 5 |
| 3 | Bulk specific gravity | gr/cm ³ | 2,55 | - |
| 4 | Bulk specific SSD | gr/cm ³ | 2,58 | 2,5-2,7 |
| 5 | Apparent specific gravity | gr/cm ³ | 2,62 | - |
| 6 | Absorbition | % | 1,01 | - |

Sumber : *) SNI 03 – 1969 – 1990 dan SNI 03 – 2417 – 1991

Hasil di atas menunjukkan bahwa agregat tersebut layak digunakan dalam campuran pembuatan batako.

Hasil Pengujian Benda Uji

Pengujian Kuat Tekan

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata

| Komposisi | Kuat Tekan (kg/cm ²) |
|----------------------|----------------------------------|
| 1 PC : 10 PS | 25,47 |
| 1 PC : 10 PS : 5 LG | 36,43 |
| 1 PC : 10 PS : 10 LG | 37,81 |
| 1 PC : 10 PS : 15 LG | 31,85 |
| 1 PC : 10 PS : 20 LG | 27,27 |

Dari Tabel di atas hasil analisis kuat tekan pada seluruh komposisi menurut SNI 03-0349-1989 dapat digolongkan ke dalam mutu IV sebagai bata pejal non struktural dengan kuat tekan bruto rata-rata minimum 25 kg/cm².

Pengujian Daya Serap Air

Tabel 8. Hasil Pengujian Daya Serap Air Rata-rata

| Komposisi | Serapan Air (%) |
|----------------------|-----------------|
| 1 PC : 10 PS | 15,22 |
| 1 PC : 10 PS : 5 LG | 12,47 |
| 1 PC : 10 PS : 10 LG | 7,28 |
| 1 PC : 10 PS : 15 LG | 6,58 |
| 1 PC : 10 PS : 20 LG | 10,87 |

Dari hasil di atas, nilai serapan terbesar adalah pada komposisi campuran 1 Pc : 10 Ps : 1 Air dengan nilai serapan air rata-rata sebesar 15,22%. Sedangkan nilai serapan air terkecil adalah pada komposisi campuran 1 Pc : 10 Ps : 1 Air : 15% LG dengan nilai serapan air rata-rata sebesar 6,58%.

Pengujian Penyimpangan Ukuran

Tabel 9. Persyaratan Pandangan Luar SNI 03-0349-1989

| Uraian | Persyaratan |
|------------------|----------------|
| 1. Bidang-bidang | |
| a. Kerataan | Rata |
| b. Keretakan | Tidak Retak |
| c. Kehalusan | Halus |
| d. Rongga | Tidak Berongga |
| 2. Bidang-bidang | |
| a. Kesikuan | Siku |
| b. Ketajaman | Tajam |
| c. Kekuatan | Kuat |

Tabel 10. Hasil Pengamatan Visual Batako

| Uraian | Perbandingan Berat Bahan | | | | |
|------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | 1 Pc : 10 Ps : 1 air | 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 5% LG | 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 10% LG | 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 15% LG | 1,0 Pc : 10 Ps : 1 air : 20% LG |
| 1. Bidang-bidang | | | | | |
| a. Kerataan | Rata | Rata | Rata | Rata | Rata |
| b. Keretakan | Tidak Retak | Tidak Retak | Tidak Retak | Tidak Retak | Tidak Retak |
| c. Kehalusan | Halus | Halus | Halus | Halus | Halus |
| d. Rongga | Tidak Berongga | Tidak Berongga | Tidak Berongga | Tidak Berongga | Tidak Berongga |
| 2. Bidang-bidang | | | | | |
| a. Kesikuan | Siku | Siku | Siku | Siku | Siku |
| b. Ketajaman | Tajam | Tajam | Tajam | Tajam | Tajam |
| c. Kekuatan | Kuat | Kuat | Kuat | Kuat | Kuat |

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa batako dengan campuran semen merah dari limbah gerabah untuk seluruh komposisi masih memenuhi persyaratan pandangan luar SNI 03-0349-1989.

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan dan Analisis Penyimpangan Panjang Batako Rata-rata

| Komposisi | Panjang (cm) | SNI 03-0349-1989 | Selisih | Selisih SNI 03-0349-1989 |
|----------------------|--------------|------------------|---------|--------------------------|
| 1 PC : 10 PS | 39,89 | 40,00 | 0,11 | 5,00 |
| 1 PC : 10 PS : 5 LG | 39,95 | 40,00 | 0,05 | 5,00 |
| 1 PC : 10 PS : 10 LG | 39,87 | 40,00 | 0,13 | 5,00 |
| 1 PC : 10 PS : 15 LG | 39,90 | 40,00 | 0,10 | 5,00 |
| 1 PC : 10 PS : 20 LG | 39,87 | 40,00 | 0,13 | 5,00 |

Dari tabel di atas ditunjukkan bahwa ukuran panjang pada seluruh komposisi batako tidak melebihi batas toleransi SNI 03-0349-1989 sebesar +3cm dan -5cm, sehingga masih memenuhi kriteria bata beton pejal.

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan dan Analisis Penyimpangan Lebar dan Tinggi Batako Rata-rata

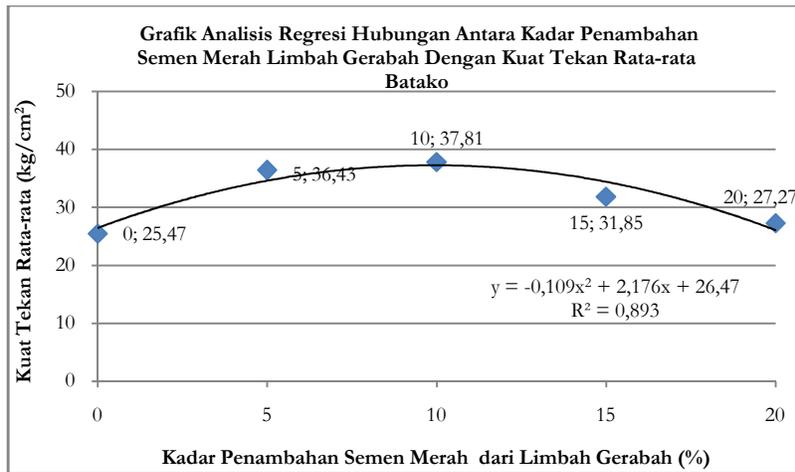
| Komposisi | Lebar (cm) | SNI 03-0349-1989 | Selisih | Selisih SNI 03-0349-1989 | Tinggi (cm) | SNI 03-0349-1989 | Selisih | Selisih SNI 03-0349-1989 |
|----------------------|------------|------------------|---------|--------------------------|-------------|------------------|---------|--------------------------|
| 1 PC : 10 PS | 10,25 | 10,00 | 0,25 | 2,00 | 19,87 | 20,00 | 0,13 | 2,00 |
| 1 PC : 10 PS : 5 LG | 10,23 | 10,00 | 0,23 | 2,00 | 19,90 | 20,00 | 0,10 | 2,00 |
| 1 PC : 10 PS : 10 LG | 10,29 | 10,00 | 0,29 | 2,00 | 19,78 | 20,00 | 0,22 | 2,00 |
| 1 PC : 10 PS : 15 LG | 10,27 | 10,00 | 0,27 | 2,00 | 19,79 | 20,00 | 0,21 | 2,00 |
| 1 PC : 10 PS : 20 LG | 10,23 | 10,00 | 0,23 | 2,00 | 19,77 | 20,00 | 0,23 | 2,00 |

Dari tabel di atas ditunjukkan bahwa ukuran lebar dan tinggi pada seluruh komposisi batako tidak melebihi batas toleransi SNI 03-0349-1989 sebesar +2cm dan -2cm, sehingga masih memenuhi kriteria bata beton pejal.

Pembahasan

Pengujian Kuat Tekan

Dari hasil analisis data diatas dan dengan menggunakan fasilitas *Trendline* pada *Microsoft Excel*, diperoleh hasil regresi hubungan antara nilai kuat tekan rata-rata dengan kadar penambahan semen merah limbah gerabah pada batako yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Analisis Regresi Hubungan Antara Kadar Penambahan Semen Merah Limbah Gerabah Dengan Kuat Tekan Rata-rata Batako.

Berdasarkan Gambar 2 diperoleh persamaan analisis regresi yang digunakan untuk mencari besarnya kuat tekan rata-rata sebagai ordinat (sumbu y) optimum dengan berbagai variasi kadar penambahan semen merah limbah gerabah sebagai absis (sumbu x).

$$y = -0,109 x^2 + 2,176 x + 26,47$$

$$x = \frac{-b}{2a}$$

$$= \frac{-2,176}{2 \times (-0,109)} = 9,98 \%$$

Sehingga :

$$y = -0,109 (9,98)^2 + 2,176 (9,98) + 26,47 = 37,33$$

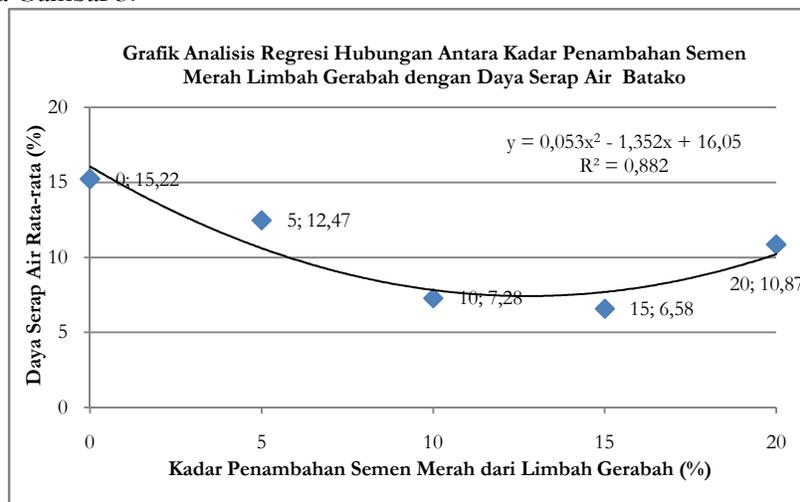
Dari analisis regresi diperoleh kadar penambahan semen merah dari limbah gerabah optimum sebesar 9,98% yang menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 37,33 kg/cm². Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui bahwa penambahan semen merah dari limbah gerabah pada kadar tertentu akan menaikkan nilai kuat tekan, namun setelah melewati batas optimum nilai kuat tekannya mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa semen merah dari limbah gerabah mengandung unsur silika yang dapat berfungsi sebagai pengikat. Pada saat penambahan semen merah dari limbah gerabah lebih kecil atau sama dengan 9,98%, sifat semen sebagai pengikat akan bekerja optimal untuk mengikat seluruh partikel batako. Akan tetapi jika dalam penambahan semen merah dari limbah gerabah melebihi kadar optimum maka akan menurunkan kuat tekan dikarenakan volume semen dan air tidak ditambah seiring dengan penambahan semen merah dari limbah gerabah. Hal ini menyebabkan sifat pengikat semen dan air tidak dapat bekerja dengan baik sehingga mengakibatkan batako bersifat getas.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa kelima komposisi batako dengan penambahan semen merah dari limbah gerabah memenuhi persyaratan kuat tekan SNI 03-0349-1989 dengan mutu bata beton pejal tingkat IV sebagai batako non struktural.

Berdasarkan Gambar 1 bahwa batako dengan penambahan semen merah dari limbah gerabah untuk pembuatan batako, memiliki kuat tekan yang lebih besar daripada batako tanpa tambahan semen merah dari limbah gerabah. Sehingga semen merah dari limbah gerabah ini dapat digunakan untuk bahan tambah dalam pembuatan batako.

Pengujian Daya Serap Air

Dari hasil analisis data diatas dan dengan menggunakan fasilitas *Trendline* pada *Microsoft Excel*, diperoleh hasil regresi hubungan antara nilai daya serap air rata-rata dengan kadar penambahan semen merah limbah gerabah pada batako yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Analisis Regresi Hubungan Antara Kadar Penambahan Semen Merah Limbah Gerabah dengan Daya Serap Air Rata-rata Batako.

Berdasarkan Gambar 3 diperoleh persamaan analisis regresi yang digunakan untuk mencari besarnya kuat tekan rata-rata sebagai ordinat (sumbu y) optimum dengan berbagai variasi kadar penambahan semen merah limbah gerabah sebagai absis (sumbu x).

$$y = 0,053 x^2 - 1,352 x + 16,05$$

$$x = \frac{-b}{2a}$$

$$= \frac{1,352}{2 \times (0,053)} = 12,75$$

Sehingga :

$$y = 0,053 (12,75)^2 - 1,352 (12,75) + 16,05 = 7,43\%$$

Dari analisis regresi tersebut, diperoleh kadar penambahan semen merah dari limbah gerabah optimum sebesar 12,75% yang menghasilkan nilai daya serap air sebesar 7,43%. Dari hasil tersebut, dapat diketahui bahwa penambahan kadar semen merah dari limbah gerabah akan memperkecil daya serap batako selama penambahan

kadar semen tersebut tidak melebihi batas optimum. Pada dasarnya batako dengan penambahan semen merah dari limbah gerabah mempunyai sifat lebih kedap air, terlihat dari besarnya nilai serap air pada batako dengan penambahan semen merah lebih kecil daripada nilai serap air pada batako tanpa penambahan semen merah.

Kenaikan daya serap air pada batako dengan penambahan semen merah dari limbah gerabah sebesar 20% disebabkan oleh kemampuan ikatan semen dengan partikel bahan batako yang kurang optimal, karena volume semen, pasir, dan air tidak berubah. Hal ini menyebabkan terbentuknya pori-pori pada batako sehingga penyerapan air menjadi lebih besar.

Pengujian Penyimpangan Ukuran

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa batako dengan campuran semen merah dari limbah gerabah untuk seluruh komposisi masih memenuhi persyaratan pandangan luar SNI 03-0349-1989.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa batako dengan menggunakan semen merah dari limbah gerabah memiliki selisih yang kecil. Untuk selisih ukuran panjang batako berkisar antara 0,05cm – 0,13cm, untuk selisih ukuran lebar batako berkisar antara 0,23cm – 0,29cm, dan untuk selisih ukuran tinggi batako berkisar antara 0,10cm - 0,23cm.

Dari data di atas menunjukkan bahwa semen merah dari limbah gerabah tidak berpengaruh besar terhadap penyusutan pada batako.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa nilai kuat tekan dengan persentase penambahan semen merah dari limbah gerabah sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 25,47 kg/cm², 36,43 kg/cm², 37,81 kg/cm², 31,85 kg/cm², dan 27,27 kg/cm² yang memenuhi kriteria persyaratan bata beton pejal IV. Secara teoritis diperoleh grafik parabola dengan persamaan $y = -0,109x^2 + 2,176x + 26,47$, di mana kadar penambahan semen merah yang optimum adalah sebesar 9,98% dengan kuat tekan yang dihasilkan adalah 37,33 kg/cm². Nilai daya serap air dengan persentase penambahan semen merah dari limbah gerabah sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% adalah 15,22 %, 12,47 %, 7,28 %, 6,58 %, dan 10,87 %. Secara teoritis diperoleh grafik parabola dengan persamaan $y = 0,053x^2 - 1,352x + 16,05$, di mana kadar penambahan semen merah yang optimum adalah sebesar 12,75% dengan daya serap air yang dihasilkan adalah 7,43%. Hasil pengujian terhadap ukuran batako untuk semua komposisi campuran batako diperoleh selisih penyimpangan ukuran yang kecil yang masih memenuhi persyaratan PUBLI 1982 dan SNI 03-0349-1989. Pengujian visual menunjukkan bahwa batako dengan campuran semen merah dari limbah gerabah untuk seluruh komposisi masih memenuhi persyaratan pandangan luar SNI 03-0349-1989.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Supardi, M.T dan Edy Purwanto, ST., MT yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anang, Setyawan. 2011. Pemanfaatan limbah gerabah sebagai bahan pembuatan batako. Universitas Negeri Yogyakarta. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. Yogyakarta.
- Anonim.1982. Peraturan Umum Bahan Indonesia (PUBLI 1982). Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. DPU. Jakarta.
- Anonim.(1989). Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. Uji. SNI 03-0349-1989. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Ayodya Irawan, 2005. Kuat Desak Modulus Elastisitas Dan Kuat Lentur Beton Batako Dengan Variasi Penambahan Styrofoam Sebagai Pengganti Lubang. Universitas Sebelas Maret. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. Surakarta.
- Heinz, Frick. 1992. Ilmu Konstruksi Bangunan I. Kanisius. Yogyakarta.
- Hendratmo Muji, Utomo. 2010. Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Limbah Karbit Sebagai Bahan Tambah. Universitas Negeri Yogyakarta. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. Yogyakarta.
- Jensen, A., Chenoweth., & Harry H. 1991. Kekuatan Bahan. Erlangga. Jakarta.
- Sholikhah Nur, Diniyah. 2013. Pemanfaatan Padas Putih dan Kapur Padam Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Batako. Universitas Sebelas Maret. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil. Surakarta.
- Tjokrodinulyo, K. 1996. Teknologi Beton, Nafitri. Yogyakarta.