

PENGGUNAAN LIMBAH BATU KUMBUNG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN MORTAR PASANGAN BATA KUMBUNG DITINJAU DARI KUAT TEKAN DAN KUAT GESER

Frendy Anjas Prasetya¹, Sugeng Riyanto², Sunarto Suryanto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³
frendyspiker07@gmail.com¹, sugeng.riyanto@polinema.ac.id², sunarto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Banyaknya penambangan gunung kapur di daerah Lamongan untuk pembuatan batu kumbang menghasilkan limbah bekas pengerajian dan pecahan batu kumbang, maka dalam penelitian ini ingin memanfaatkan limbah untuk substitusi pasir pada campuran spesi atau mortar pasangan bata kumbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil penggantian pasir dengan kumbang dalam campuran mortar dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir dan 1 semen : 3 pasir dalam hal kuat tekan mortar dan kuat geser serta untuk memperkirakan biaya mortar substitusi limbah kumbang dibandingkan dengan mortar normal. Percobaan dilakukan dengan mengganti pasir dengan 0%, 10%, 20%, dan 30% dengan variasi limbah batu kumbang dalam mortar kubus 5cm, masing-masing 3 sampel dalam 7 hari untuk mengetahui kuat tekan rasio 1 semen : 2 pasir dan 1 semen : 3 pasir. Tiga sampel lainnya masing-masing dibuat oleh 3 lapisan pasangan bata kumbang dalam waktu 7 hari untuk mengetahui kuat geser rasio 1 semen : 2 pasir dan 1 semen : 3 pasir. Kekuatan tekan mortar sesuai dengan SNI 03-6825-2002 dan kuat geser sesuai dengan SNI 03-4166-1996. Percobaan menghasilkan 63,22 kg/cm² kuat tekan mortar terbesar dalam rasio 1 : 2 dengan persentase substitusi 0%, kemudian 0,537kg/cm² kuat tekan mortar terbesar dalam rasio 1 : 2 dengan persentase substitusi 10%, dan Rp. 439,679/m² biaya paling ekonomis ditinjau dari kuat tekan dan kuat geser dengan substitusi 10%

Kata kunci : mortar, batu kumbang, kuat tekan, kuat geser.

ABSTRACT

The large number of limestone mining in the Lamongan area for making kumbang produces waste from the study and the sharded rock fragments, so in this study want to utilize the waste for sand substitution in a mixture of species or mortar masonry. The purpose of this study is to analyze the results of substituting sand with kumbang in a mixture of mortar at a ratio of 1 cement : 2 sand and 1 cement : 3 sand in terms of compressive strength of mortar and shear strength as well to estimate the cost of kumbang waste substitution mortar compared to normal mortar. An experiment was carried out by substituting sand with 0%, 10%, 20%, and 30% with kumbang stone waste variations in 5cm mortar cube, 3 samples each within 7 days to find out the compressive strength of ratio 1 cement : 2 sand and 1 cement : 3 sand. Another 3 samples each were made by 3 layers of kumbang bricks installment within 7 days to find out the shear strength of ratio 1 cement : 2 sand and 1 cement : 3 sand. The compressive strength of mortar is according to SNI 03-6825-2002 and shear strength is according to SNI 03-4166-1996. The experiment resulted in 63.22kg/cm² the greatest mortar compressive strength in a ratio of 1: 2 with the percentage of 0% substitution and 0.537kg/cm² the greatest mortar compressive strength in a ratio of 1:2 with the percentage of 10% substitution; Rp. 139,679,-/m² the most economical cost in terms of compressive strength and shear strength in the ratio of 1: 3 with 10% substitution.

Keywords: mortar, kumbang stone, compressive strength, shear strength

1. PENDAHULUAN

Konstruksi dinding gedung di wilayah pesisir pantai seperti Lamongan, Gresik, Tuban, dan kota lain-lain yang dekat dengan tepi pantai biasanya tidak menggunakan tanah liat sebagai bahan dasar pembuatan bata merah pejal karena tanah tersebut mengandung kadar garam yang tinggi akibat dari bercampurnya air laut dengan tanah liat sehingga tanah di daerah tersebut tidak dapat memenuhi standarisasi bata merah pejal sebagai bahan dasar pasangan dinding bangunan gedung dan rumah tinggal.

Akibat dari adanya kadar garam pada bata merah pejal, mengakibatkan bata merah pejal menjadi lapuk, hal ini akan nampak jelas pada permukaan tembok bata yang tidak dipelster. Pelapukan akibat garam-garam yang larut, mengakibatkan ikatan yang buruk antara bata dengan adukan, sehingga daya tahan tembok menjadi rendah. Dengan demikian akan membahayakan bagi konstruksi tembok tersebut. Pelapukan menyebabkan ikatan buruk antara plesteran dan tembok (Yunaefi dan Nurani, Puri, 1996:26). Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif lain yang berkualitas. Bahan alternatif tersebut adalah batu kumbang.

Batu kumbang adalah batu yang dibuat dari dengan cara digergaji keliling menjadi bentuk prisma segi empat panjang pejal dengan ukuran ±25 cm x 9.5 cm, menyerupai bata merah dan digunakan sebagai bahan pasangan dinding konstruksi gedung. Banyaknya penambangan gunung kapur di daerah Lamongan untuk pembuatan batu kumbang menghasilkan limbah bekas pemotongan dan pecahan batu kumbang, maka dalam penelitian ini untuk memanfaatkan limbah substitusi pasir pada campuran spesi atau mortar pasangan bata kumbang.

2. METODE

Kuat Tekan Mortar

Kekuatan tekan mortar semen portland adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji mortar semen portland berbentuk kubus dengan ukuran tertentu serta berumur tertentu. gaya maksimum adalah gaya yang bekerja saat benda uji kubus pecah. mortar semen portland adalah campuran antara pasir kwarsa, air suling dan semen portland dengan komposisi tertentu. pasir kwarsa adalah pasir yang mengandung mineral sililka > 90%, serta memenuhi persyaratan standard ASTM No. C 190. Perhitungan kuat geser dapat di rumuskan dengan menggunakan **Persamaan 1**.

Persamaan 1.

$$\sigma_m = \left(\frac{P maks}{A} \right) \quad (1)$$

Dengan :

- σ_m = Kuat tekan morar (kg/cm²)
- $P maks$ = Gaya tekan maksimum (kg)
- A = Luas penampang benda uji (cm²)

Kuat Geser

Metode ini meliputi ketentuan dan cara pengujian kuat geser horizontal dan kuat geser diagonal dinding pasangan bata merah yang tidak dipelster untuk dinding struktural. Perhitungan kuat geser dapat di rumuskan dengan menggunakan **Persamaan 1**.

Persamaan 2.

$$fvh = \left(\frac{Pu+W}{2 (bxh)} \right) \dots \dots (kg/cm^2) \quad (2)$$

Dengan :

- Pu = beban uji maksimum dalam (kg)
- B = lebar bata dalam (cm)
- h' = panjang bidang geser dalam (mm)
- W = massa alat bantu dalam (N)

Limbah Batu Kumbang

Penambangan gunung kapur dolomit di daerah Lamongan untuk pembuatan batu kumbang menghasilkan limbah bekas penggerajian atau pemotongan dan pecahan batu kumbang. Pecahan batu kumbang yang belum halus akan di hancurkan sampai halus sesuai ukuran saringan semen. Limbah batu kumbang yang tidak terpakai dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Limbah Batu Kumbang

Sumber: Dokmuentasi Penelitian

Agregat Halus

Jenis agregat halus yang digunakan pasir cor dari Lumajang dengan hasil pengujian yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Halus

| Jenis Pengujian | Satuan | Hasil |
|-----------------|----------------------|-------|
| Kadar Air | % | 2,896 |
| Bj Bulk | gram/cm ³ | 2.72 |
| Bj JPK/SSD | gram/cm ³ | 2.73 |
| Bj APP | gram/cm ³ | 2.75 |
| Penyerapan | % | 0.44% |

Agregat Limbah Batu Kumbang

Agregat limbah batu kumbang yang digunakan oleh peneliti menggunakan limbah bekas penggerajian atau pemotongan dan pecahan batu kumbang, dengan hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

| Jenis Pengujian | Satuan | Hasil |
|-----------------|----------------------|-------|
| Kadar Air | % | 3205 |
| Bj Bulk | gram/cm ³ | 2.61 |
| Bj JPK/SSD | gram/cm ³ | 2.62 |
| Bj APP | gram/cm ³ | 2.65 |
| Penyerapan | % | 0.63% |

Analisis Mix Design

Setelah menganalisa karakteristik material yang akan dipakai, selanjutnya proses merencanakan campuran yang biasa disebut *mix design*. Perencanaan ini berfungsi untuk menentukan komposisi bahan campuran mortar yang akan dibuat. Berikut kebutuhan material untuk pembuatan 3 benda uji kuat tekan mortar campuran 1:2 dapat dilihat pada **Tabel 3**, dan campuran 1:3 dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 3 Proporsi Campuran Kuat Tekan 1:2

| Campuran 1:2 substitusi 0% | |
|-----------------------------|---------|
| Berat Pasir | 1000 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 0 gr |
| Air | 176 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 10% | |
| Berat Pasir | 900 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 100 gr |
| Air | 176 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 20% | |
| Berat Pasir | 800 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 200 gr |
| Air | 176 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 30% | |
| Berat Pasir | 700 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 300 gr |
| Air | 175 gr |

Tabel 4 Proporsi Campuran Kuat Tekan 1:3

| Campuran 1:3 substitusi 0% | |
|-----------------------------|---------|
| Berat Pasir | 1500 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 0 gr |
| Air | 264 ml |
| Campuran 1:3 substitusi 10% | |
| Berat Pasir | 1350 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 150 gr |
| Air | 264 ml |
| Campuran 1:3 substitusi 20% | |
| Berat Pasir | 1200 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 300 gr |
| Air | 264 ml |
| Campuran 1:3 substitusi 30% | |
| Berat Pasir | 1050 gr |
| Berat Semen | 500 gr |
| Berat limbah | 450 gr |
| Air | 264 ml |

Berikut kebutuhan material untuk pembuatan 3 benda uji kuat geser mortar campuran 1:2 dapat dilihat pada **Tabel 5**, dan campuran 1:3 dapat dilihat pada **Tabel 6**.

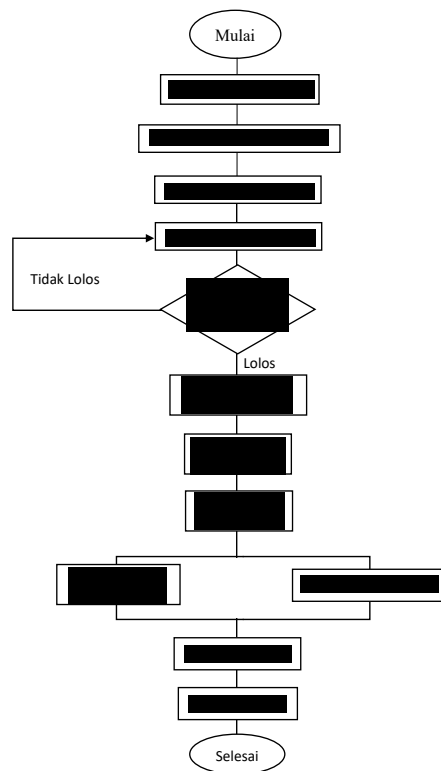
Tabel 5 Proporsi Campuran Kuat Geser 1:2

| Campuran 1:2 substitusi 0% | |
|----------------------------|---------|
| Berat Pasir | 5000 gr |
| Berat Semen | 2500 gr |
| Berat limbah | 0 gr |
| Air | 880 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 0% | |
| Berat Pasir | 4500 gr |
| Berat Semen | 2500 gr |
| Berat limbah | 500 gr |
| Air | 880 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 0% | |
| Berat Pasir | 4000 gr |
| Berat Semen | 2500 gr |
| Berat limbah | 1000 gr |
| Air | 880 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 0% | |
| Berat Pasir | 3500 gr |
| Berat Semen | 2500 gr |
| Berat limbah | 1500 gr |
| Air | 880 gr |

Tabel 6 Proporsi Campuran Kuat Geser 1:3

| Campuran 1:2 substitusi 0% | |
|-----------------------------|---------|
| Berat Pasir | 6000 gr |
| Berat Semen | 2000 gr |
| Berat limbah | 0 gr |
| Air | 1056 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 10% | |
| Berat Pasir | 5400 gr |
| Berat Semen | 2000 gr |
| Berat limbah | 600 gr |
| Air | 1056 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 20% | |
| Berat Pasir | 4800 gr |
| Berat Semen | 2000 gr |
| Berat limbah | 1200 gr |
| Air | 1056 ml |
| Campuran 1:2 substitusi 30% | |
| Berat Pasir | 4200 gr |
| Berat Semen | 2000 gr |
| Berat limbah | 1800 gr |
| Air | 1056 ml |

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat dilihat dalam **Gambar 2**.

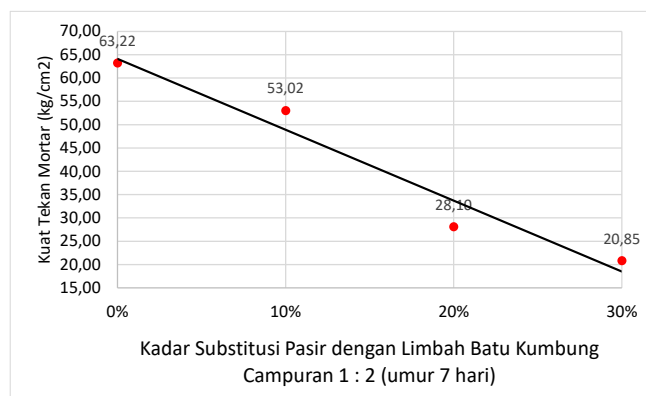


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

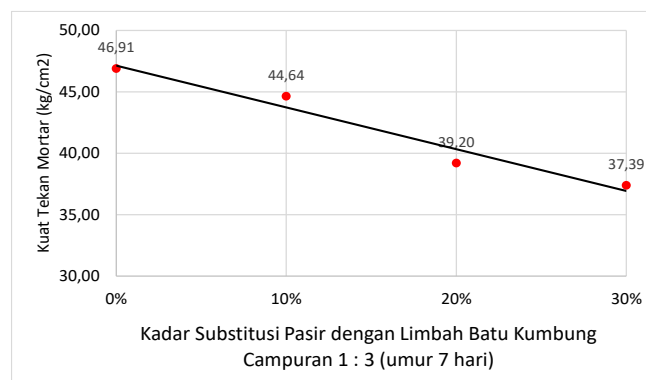
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kuat Tekan

Data yang diperoleh dari penelitian kuat tekan mortar diplotkan dalam bentuk grafik. Hubungan kuat tekan mortar dengan limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir umur 7 hari menggunakan campuran 1:2 dapat dilihat pada **Gambar 3** campuran 1:3 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Tekan Campuran 1:2 Umur 7 Hari
Sumber: Hasil Perhitungan

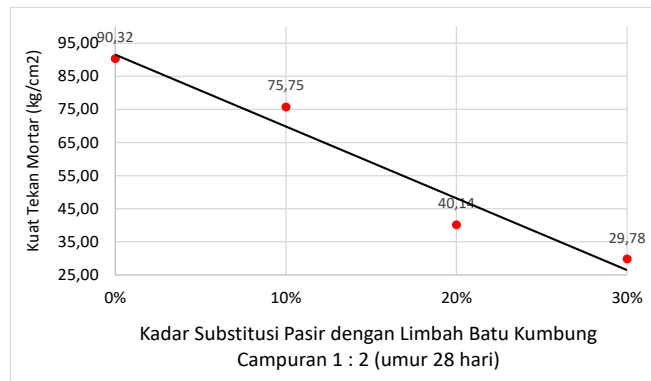


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Tekan Campuran 1:3 Umur 7 Hari
Sumber: Hasil Perhitungan

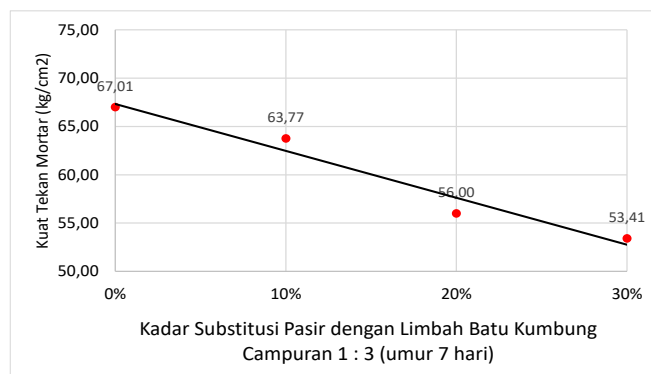
Dari **Gambar 3** dan **Gambar 4** Kuat tekan rata-rata tertinggi terjadi pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 63.22 kg/cm², dan campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 46.91 kg/cm². kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 30% yaitu 20.85 kg/cm², dan campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 37,39 kg/cm². Sedangkan pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata yang dicapai pada umur 7 hari

sebesar 63.22 kg/cm² dan campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% sebesar 46.91 kg/cm².

Data yang diperoleh dari penelitian kuat tekan mortar pada umur 7 hari kemudian di konversi ke umur 28 hari diplotkan dalam bentuk grafik. Hubungan kuat tekan mortar dengan limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir menggunakan campuran 1:2 dapat dilihat pada **Gambar 5** campuran 1:3 dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Tekan Campuran 1:2 Umur 28 Hari
Sumber: Hasil Perhitungan



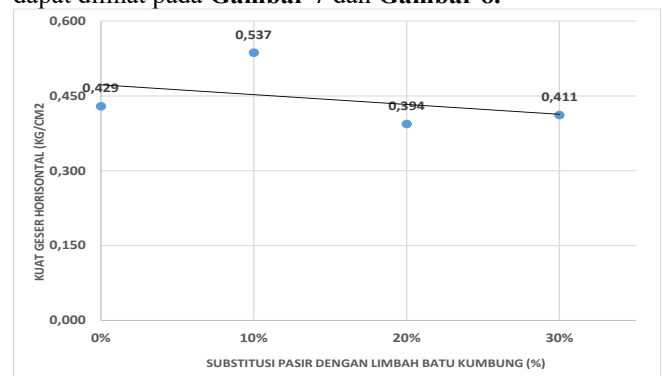
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Tekan Campuran 1:3 Umur 28 Hari
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Gambar 5** dan **Gambar 6** setelah di konversi ke umur 28 hari terlihat bahwa kuat tekan mortar dengan bahan pengikat campuran semen, pasir dan air akan semakin menurun dengan bertambahnya kandungan limbah batu kumbang dalam campuran. Kuat tekan rata-rata tertinggi terjadi pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 90.32 kg/cm², dan campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 67.01 kg/cm². kemudian kuat tekan akan semakin menurun sampai pada pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 30% yaitu 29.78 kg/cm², dan campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu

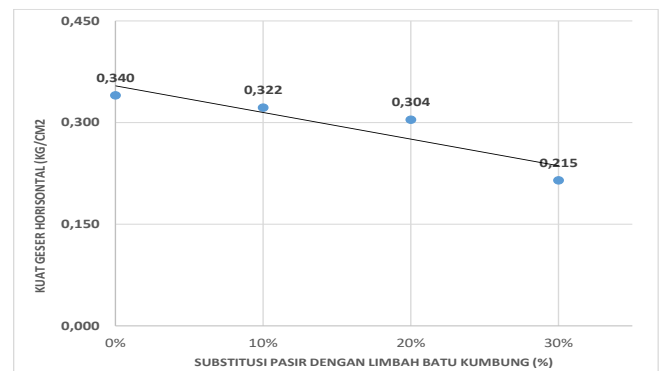
kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 53,41 kg/cm². Sedangkan pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yang dianggap sebagai kelompok kontrol menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata yang dicapai pada umur 28 hari sebesar 90.32 kg/cm² dan campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% sebesar 67.01 kg/cm².

Pengujian Kuat Geser

Data yang diperoleh dari penelitian kuat geser pasangan bata diplotkan dalam bentuk grafik hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Geser pada campuran 1:2 dan 1:3 dapat dilihat pada **Gambar 7** dan **Gambar 8**.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Geser Campuran 1:2 Umur 7 Hari
Sumber: Hasil Perhitungan

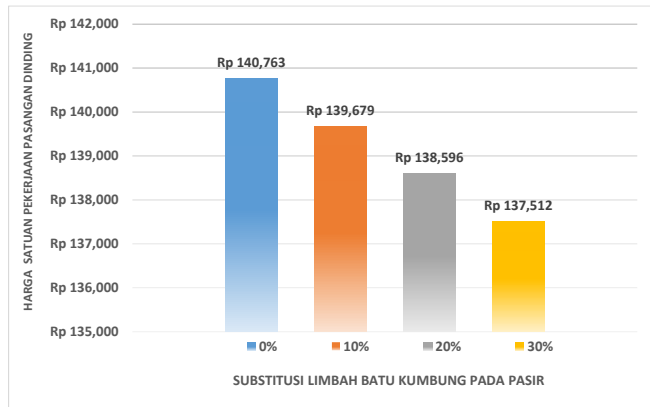


Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Kadar Substitusi Dengan Kuat Geser Campuran 1:3 Umur 7 Hari
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Gambar 7** dan **Gambar 8** di atas terlihat bahwa kuat geser yang tertinggi terjadi pada campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 10% yaitu 0.537 kg/cm² melebihi campuran 1:2 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 0% yaitu 0.429 kg/cm². Sedangkan untuk campuran 1:3 menurun seiring dengan peningkatan perbandingan campuran dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir. perbandingan campuran

1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir yang paling tinggi terjadi pada substitusi 0% yaitu 0.340 kg/cm² kemudian menurun sampai pada campuran 1:3 dengan prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir sebesar 30% yaitu 0.215 kg/cm².

Perhitungan biaya



Gambar 9 Harga Satuan Pekerjaan
 Sumber: Hasil Perhitungan

Pada **Gambar 9** prosentase limbah batu kumbang sebagai substitusi pasir pada campuran mortar sebesar 0% yang di aplikasikan ke pekerjaan pasangan dinding didapatkan harga Rp 140.763/m², sedangkan pada prosentase substitusi 10% didapatkan harga Rp 139.679/m², prosentase substitusi 20% didapatkan harga Rp 138.596/m² dan prosentase substitusi 30% didapatkan harga Rp 137.512/m². Dari harga diatas menunjukkan bahwa semakin besar prosentase substitusi limbah batu kumbang pada pasir di dapatkan harga yang lebih ekonomi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat dijabarkan kesimpulan sebagai berikut :

- Kuat tekan mortar umur 7 hari dan umur 28 hari pada volume campuran 1:2 dan 1:3 dengan berbahan pengikat campuran semen, pasir dan air akan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase substitusi limbah batu kumbang.
- Kuat tekan geser pasangan bata pada volume campuran 1:2 dengan prosentase substitusi sebesar 10% didapatkan hasil tertinggi yaitu 0.537 kg/cm² melebihi campuran 1:2 dengan prosentase substitusi sebesar 0% yaitu 0.429 kg/cm². Sedangkan volume campuran 1:3 akan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase substitusi limbah batu kumbang.
- Semakin besar prosentase substitusi limbah batu kumbang pada pasir biaya akan semakin menurun. Tetapi dari hasil uji kuat tekan pada campuran 1:2 dan 1:3 kuat tekan menurun dengan bertambahnya prosentase substitusi. Dan jika dilihat dari uji kuat geser maka harga

yang paling ekonomis terjadi pada prosentase substitusi 10% sebesar Rp 439.679/m².

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Arusmalem giting., 2007, *Penggunaan Pecahan Tembok Yang Didaur Ulang Menjadi Pasir Buatan Untuk Mortar Pasangan Batu Bata*, Jurnal Wahana Teknik, Jurnal Ilmiah Bidang Keteknikan Antar Perguruan Tinggi Swasta Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 2) Anandakhrisna, B.P., 2002, *Studi Eksploratif Pemanfaatan Genteng Yang Didaur Ulang Sebagai Agregat Halus Beton*, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- 3) Balitbang Puskim Kimpraswil, 2003, *Teknologi Pasangan Dan Plesteran*, Bandung
- 4) Hafni, Nurlaili Dina. "Analisis Pertambangan Batu Kumbang Dalam Perspektif Agama Islam (Studi Kasus Pertambangan Batu Kumbang Di Desa Leranwetan Kecamatan Palang Kabupaten Tuban)." *Jurnal Studi Islam: Pancawahana* 10.2 (2015).
- 5) Munandar, M., 2001, *Ketentuan Dinding Tembok Wilayah Gempa*, PU Buletin Pengawasan No. 30 & 31.
- 6) Tjokrodimuljo, K., 1988, *Bahan Bangunan, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- 7) Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta
- 8) SNI 03-4166-1996, *Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah Di Laboratorium*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- 9) SNI 03-6825-2002, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- 10) Yunaefi dan Nurani, Puri. 1996. *Petunjuk Praktikum Bahan Bangunan 1*. Bandung: Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik