

STUDI PENDAHULUAN BATAS MAKSIMUM KADAR LUMPUR PADA AGREGAT BETON GEOPOLIMER

Djedjen Achmad¹, Desi Supriyan²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, (021)7863532

Email: ¹djedjen@gmail.com, ²desi.supriyan@yahoo.com

ABSTRACT

Has been researched the impact of mud in aggregate on geopolymer concrete with studies using the cement concrete as a reference. In this study both of concrete are mixed with a variation of mud of 0%, 0.75%, 3% and 5.75% of the combined aggregate weight. Compressive strength of cement concrete is designed with a target of 300 kg / cm² and geopolymer concrete is made with water binder ratio (w/b) 0.25, Molarity 12 M, the ratio of sodium silicate and sodium hydroxide 1.5. At the age of 3, 7, 14 and 28 day tested of compressive strength, while the splitting test, flexural tensile strength, and modulus of elasticity are tested at 28 days. From the test results, the higher mud content in aggregate, the mechanical properties of the concrete are decreased. Based on testing of compressive strength in cement concrete at 28 days, with a 3% mud content (the content of the reference mud) turns of compressive strength decreased by 77.356%. Of the percentage reduction on the compressive strength of the cement concrete, can be compared to the mud content in geopolymer concrete at 2.04%. Thus the maximum mud on geopolymer concrete aggregate is, for coarse aggregate of 0.68% and a maximum mud content for fine aggregate was 3.4%.

Key words : Mud, aggregate, concrete, cement, geopolimer, strength

ABSTRAK

Telah diteliti dampak kadar lumpur pada agregat untuk beton geopolimer dengan penelitian menggunakan benda uji beton semen sebagai acuan dan beton geopolimer. Dalam penelitian ini ke dua beton tersebut dicampur dengan lumpur gabungan agregat kasar dan agregat halus dengan variasi 0 %, 0.75 %, 3 % dan 5,75 % dari berat agregat gabungan. Beton semen dirancang dengan target kuat tekan 300 kg/cm² dan beton geopolimer dibuat dengan campuran water binder ratio (w/b) 0.25, Molaritas 12 M, perbandingan sodium silikat dan sodium hidroksida 1.5. Pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dilakukan uji kuat tekan, sedangkan uji kuat tarik belah, uji kuat tarik lentur, dan modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari. Dari hasil uji terlihat bahwa semakin tinggi kadar lumpur pada agregat, karakteristik mekanis kedua beton tersebut mengalami penurunan. Berdasarkan pengujian kuat tekan pada beton semen umur 28 hari, dengan kadar lumpur 3 % (kadar lumpur referensi) ternyata beton semen mengalami penurunan kuat tekan sebesar 77.356 %. Dari persentase penurunan kuat tekan beton semen tersebut, diplot pada grafik kuat tekan beton geopolimer maka persentase kadar lumpur gabungan yang mengalami penurunan 77.356 % adalah 2.04 %. Dengan demikian kadar lumpur maksimum pada agregat beton geopolimer adalah, untuk agregat kasar sebesar 0.68 % dan kadar lumpur maksimum untuk agregat halus adalah 3.4 %.

Kata kunci : Lumpur, agregat, beton, semen, geopolimer, kekuatan

PENDAHULUAN

Kadar lumpur (material lolos saringan No 200) pada agregat kasar maupun pada agregat halus sangat merugikan terhadap beton semen, karena dapat menurunkan kekuatan beton[1]. Kadar lumpur dalam agregat berbanding

terbalik dengan kekuatan beton semen, makin tinggi kadar lumpur, semakin rendah kekuatan pada betonnya. Hal ini disebabkan sifat lumpur yang sangat halus, menyerupai semen, sehingga menghalangi laju hidrasi pada semen[2], akibatnya perkembangan kekuatan beton akan terhambat,

sehingga pada umur 28 hari kuat tekannya lebih rendah dari yang ditargetkan[3]. Untuk itulah kadar lumpur pada agregat halus dan agregat kasar, dibatasi jumlahnya, yaitu maksimum 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar[4]. Kerugian lainnya adalah untuk meningkatkan kekuatan beton yang telah ditargetkan. Rancang campuran beton yang baru kadar semennya harus ditambah[5]. Prosedur pengujian kadar lumpur sesuai dengan ASTM C 117[6]. Beton geopolimer menggunakan geopolimer sebagai bahan perekatnya[7], sedangkan beton semen menggunakan semen sebagai bahan perekatnya. Karena beton geopolimer bahan perekatnya berbeda dengan beton semen, maka akan ada perbedaan persyaratan kadar lumpur pada agregat beton geopolimer. Untuk itulah dalam penelitian pendahuluan ini akan diteliti berapa persen kadar lumpur maksimum pada agregat beton geopolimer, karena sampai saat ini belum ada persyaratan kadar lumpur untuk agregat beton geopolimer.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan para pemakai beton geopolimer mendapatkan acuan dalam menilai agregat untuk beton geopolimer, dan untuk laboran dapat memprediksi kekuatan beton pada umur 28 hari, sehingga kuat tekan yang ditargetkan perlu dikoreksi.

METODE PENELITIAN

Untuk meneliti karakteristik beton yang terbuat dari agregat tercemar lumpur, dibuat benda uji beton semen dengan mutu rencana 300 kg/cm² dan beton geopolimer dengan komposisi perbandingan antara sodium silikat (*water glass*) dan sodium hidroksida (NaOH) 1,5 molaritas larutan NaOH 12 Molar dan perbandingan *water binder ratio* (w/b) dibuat 0,25.

Penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sebagai benda uji kuat tekan, benda uji kuat tarik belah dan modulus elastisitas, serta balok ukuran 100 x 100 x 500 mm untuk benda uji kuat lentur. Lumpur yang dicampurkan diambil dari Laboratorium Pengujian Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Persentase kadar lumpur yang dicampurkan dalam beton bervariasi. Pada agregat halus 0%, 1%, 5%, dan 10%, sedangkan pada agregat kasar 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%. Karena komposisi agregatnya adalah 0,5 : 0,5, maka kadar lumpur pada agregat gabungannya adalah 0%, 0,75%, 3% (kadar lumpur referensi) dan 5,75% dari berat agregat.

Pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari dilakukan uji kuat tekan, sedangkan kuat tarik belah, kuat tarik lentur dan modulus elastisitas dilakukan pengujian hanya pada umur 28 hari.

HASIL dan PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Beton Segar

Dari hasil uji beton segar, baik pada beton semen maupun beton polimer, semakin tinggi kadar lumpur pada kedua jenis beton tersebut, kelecakan (*workability*) semakin susah dikerjakan, nilai slump pada beton semen, dan flow slump pada beton geopolimer juga semakin rendah, beton semakin kaku, demikian pula waktu pengikatan awal (*initial setting time*) semakin lama.

Hasil Pengujian Beton Keras

1. Uji Kuat Tekan

a) Beton semen

Dari hasil uji terlihat bahwa kuat tekan beton semen, setiap hari pengujian menunjukkan kenaikan, tetapi dengan adanya lumpur yang terkandung dalam agregat, maka

kuat tekannya menurun. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 1.

Jika digambarkan dalam bentuk persen penurunan kuat tekan pada umur 28 hari, gambar grafiknya dapat dilihat pada Gambar 2. Dari Gambar 2, dengan kadar lumpur 3% (kadar lumpur referensi) terlihat besar penurunan kuat tekan pada beton semen adalah sebesar 77.356 %.

b) Beton geopolimer

Hasil uji kuat tekan pada beton geopolimer menunjukkan sifat mekanis yang relatif sama, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3. Setiap hari pengujian beton, kuat tekan semakin naik, tetapi dengan adanya lumpur, kuat tekannya menurun sebanding dengan banyaknya lumpur yang terkandung dalam agregat.

Jika digambarkan dalam bentuk persentase penurunan kuat tekan pada umur 28 hari terdapat pada gambar 4. Dari penurunan kuat tekan pada beton semen sebesar 77.356 %, jika diplot pada Gambar 4, maka batasan maksimum kadar lumpur untuk beton geopolimer adalah 2.04 %.

Karena dalam penelitian ini campuran antara agregat kasar dan agregat halus adalah 50% : 50%, dan kadar lumpur maksimum menurut SK SNI S-04-1989-F adalah 5% untuk agregat halus, dan 1% untuk agregat kasar, maka kadar lumpur maksimum pada masing-masing agregat untuk beton geopolimer adalah :

- Kadar lumpur pada agregat halus : 3.4%
- Kadar lumpur pada agregat kasar : 0.68 %

Karakteristik lainnya yang diuji, seperti kuat tarik belah, kuat tarik lentur dan modulus elastisitas juga sama mengalami penurunan.

2. Uji Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar beton tersebut dapat menahan tegangan tarik. Tegangan tarik pada beton semen umumnya sangat rendah karena kuat tarik dari bahan pembentuknya juga rendah. Semen dan agregat memiliki sifat yang regas, sehingga kekuatan tarik dari kedua bahan tersebut relatif kecil. Untuk itulah pada struktur bangunan yang menggunakan beton semen harus selalu menggunakan besi tulangan, yang bertujuan untuk menahan tegangan tarik yang terjadi pada beton tersebut.

a) Beton semen

Pada pengujian kekuatan tarik pada beton semen yang dilakukan pada umur 28 hari, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5. Dari Gambar 5 terlihat semakin tinggi kadar lumpur, maka kekuatan tarik belah dari beton semen tersebut semakin rendah. Persentase penurunan kuat tarik belah pada kadar lumpur 0.75%, 3%, dan 5,75% adalah masing-masing sebesar 83.5%, 74.8% dan 55%.

b) Beton geopolimer

Kuat tarik pada beton geopolimer juga hampir sama dengan beton semen, semakin tinggi kadar lumpur pada agregat kekuatan tariknya semakin rendah. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 6. Dari Gambar 6 terlihat semakin tinggi kadar lumpur pada agregat, kuat tarik belahnya juga semakin rendah. Persentase penurunan kuat tarik belah pada kadar lumpur

0.75%, 3%, dan 5,75% adalah masing-masing sebesar 82.1%, 58.2% dan 35.7%.

3. Uji Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kekuatan tarik yang dimiliki oleh beton, akibat adanya lentur. Pengujiannya dapat berupa 2 titik beban, letaknya 1/3 panjang dari kiri dan kanan atau beban terpusat yang terletak ditengah-tengah panjang balok.

a) Beton semen

Pada beton semen, selain ada uji kuat tarik belah atau kuat tarik tidak langsung, juga ada kuat tarik lentur. Kuat tarik lentur terjadi karena pada struktur balok, jika diberi beban, maka balok tersebut akan melentur dan serat bawah dari balok tersebut akan mengalami tegangan tarik. Benda uji dari kuat tarik lentur tersebut adalah berupa balok dengan ukuran 100 mm x 100 mm x 500 mm.

Dari hasil pengujian pada beton semen yang diuji pada umur 28 hari hasilnya dapat dilihat pada Gambar 7. Sama dengan kuat tarik belah, semakin tinggi kadar lumpur efeknya pada kuat tarik lentur juga sama, yaitu dapat menurunkan kekuatannya, Persentase penurunan kuat tarik belah pada kadar lumpur 0.75%, 3%, dan 5,75% adalah masing-masing sebesar 73.7%, 68.4% dan 57.9%.

b) Beton geopolimer

Dengan adanya kadar lumpur pada agregat yang digunakan untuk campuran beton geopolimer, kuat tarik lentur pada beton tersebut juga mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8. Persentase penurunan kuat tarik lentur pada kadar lumpur 0.75%,

3%, dan 5,75% adalah masing-masing sebesar 86.4%, 72.7% dan 45.5%.

Jadi dengan adanya kadar lumpur pada agregat untuk beton semen dan beton geopolimer dampaknya sama yaitu menurunkan kekuatan lenturnya. Hal ini disebabkan lumpur yang sangat halus butirannya tidak memberikan tambahan kekuatan lentur, malah sebaliknya.

4. Uji Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas pada beton adalah untuk mengetahui tingkat keplastisan bahan tersebut dalam menerima beban. Umumnya nilai modulus elastisitas pada beton semen lebih rendah dibandingkan modulus elastisitas baja. Pada baja nilai modulus elastisitasnya 10 kali lebih besar dari beton semen. Untuk beton semen dan beton geopolimer yang tercemar dengan lumpur, hasil pengujiannya adalah sebagai berikut.

a) Beton semen

Pada beton semen yang mengandung kadar lumpur bervariasi dan diuji modulus elastisitasnya pada umur 28 hari hasilnya dapat dilihat pada Gambar 9.

Dari Gambar 9 jelas semakin tinggi kadar lumpur pada beton semen, maka modulus elastisitasnya semakin rendah. Pada beton tanpa kadar lumpur memiliki modulus elastisitas 214973.44 Kg/cm², semakin tinggi kadar lumpurnya 0.75 %, 3 %, dan 5,75 %, memiliki modulus elastisitas masing-masing sebagai berikut 174266.41 Kg/cm², 132820.11 Kg/cm² dan 111797.65 Kg/cm². Penurunan modulus elastisitas pada beton semen tersebut masing-masing adalah 81.1 %, 61,8 %, dan 52%.

b) Beton geopolimer

Modulus elastisitas pada beton geopolimer yang mengandung kadar lumpur bervariasi dan diuji modulus elastisitasnya pada umur 28 hari hasilnya juga hampir sama dengan beton semen, yaitu mengalami penurunan, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 10.

Dari Gambar 10 terlihat dengan kadar lumpur pada agregat beton geopolimer semakin tinggi, maka modulus elastisitasnya semakin rendah. Pada beton tanpa kadar lumpur memiliki modulus elastisitas 182559.32 Kg/cm², semakin tinggi kadar lumpurnya 0.75 %, 3 %, dan 5,75 %, memiliki modulus elastisitas masing-masing sebagai berikut 167671.49 Kg/cm², 128380.96 Kg/cm² dan 59170.06 Kg/cm². Penurunan modulus elastisitas pada beton geopolimer tersebut masing-masing adalah 91.85 %, 70.32% dan 32.4 %.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap beton semen dan beton geopolimer dengan agregat tercemar lumpur, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Makin banyak kadar lumpur pada agregat, sifat fisik pada beton semen dan pada beton geopolimer berubah. Bobot isi menjadi lebih rendah, pengikatan lebih lama. Demikian pula dengan sifat mekanisnya, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur dan modulus elastisitasnya menjadi lebih rendah.
- b. Hubungan antara kadar lumpur pada agregat dengan kuat tekan beton semen dan beton geopolimer adalah berbanding terbalik, makin tinggi kadar lumpur pada agregat, kekuatan

pada kedua beton tersebut semakin kecil.

- c. Dengan kadar lumpur 3 % (pembanding), terjadi penurunan kuat tekan pada beton semen umur 28 hari sebesar 77.356 %.
- d. Kadar lumpur maksimum pada agregat halus untuk beton geopolimer adalah sebesar 3.4%, sedangkan untuk agregat kasarnya adalah sebesar 0.68 %

UCAPAN TERIMA KASIH

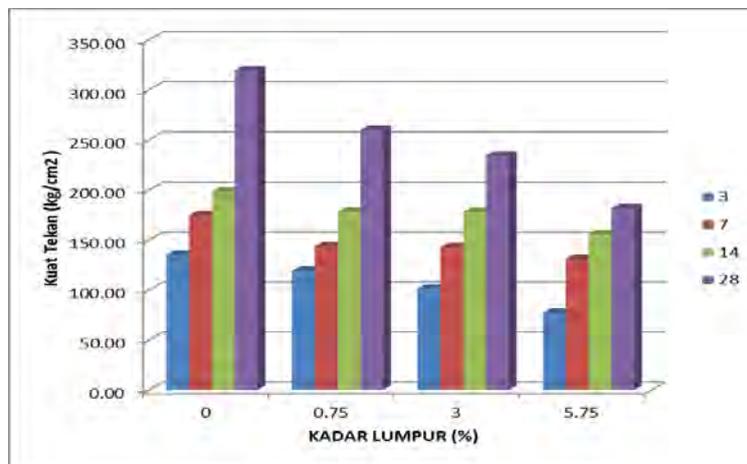
Pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- a. Abdillah, SE, ME, selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
- b. Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah, ST, MT selaku Kepala P3M Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memilih kami sebagai peneliti pada Penelitian Hibah Bersaing
- c. Putera Agung Maha Agung, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

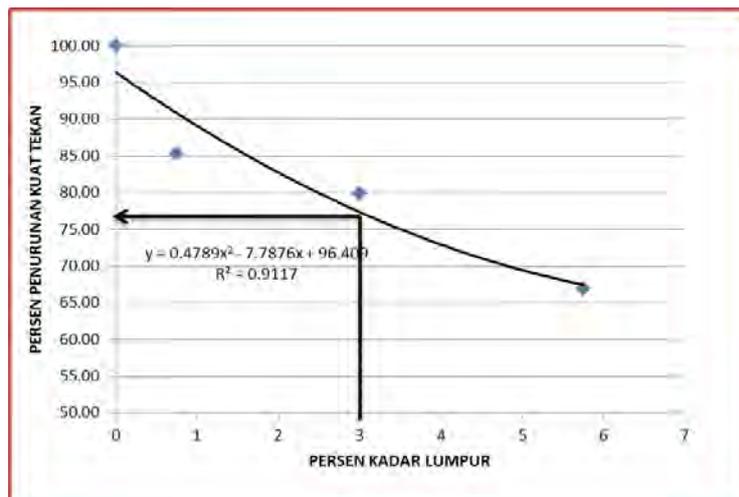
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Neville, Adam M. 1988. *“Properties of Concrete”* 3rd Edition. Singapore: Longman Scientific and Technical.
- [2] Jose F. Muñoz, Dr. Isabel Tejedor, Dr. Marc A. Anderson, Dr. Steven M. Cramer. 2005. *Effects of Coarse Aggregate Clay-Coatings on Concrete Performance, An IPRF Research Report, Innovative Pavement Research Foundation.* University of Wisconsin-Madison.
- [3] Purwanto, Yulita Arni Priastiwi. 2012. Pengaruh Kadar Lumpur Pada Agregat Halus Dalam Mutu Beton, *Jurnal Teknik – Vol. 33 No.2 Tahun 2012, ISSN 0852-1697*

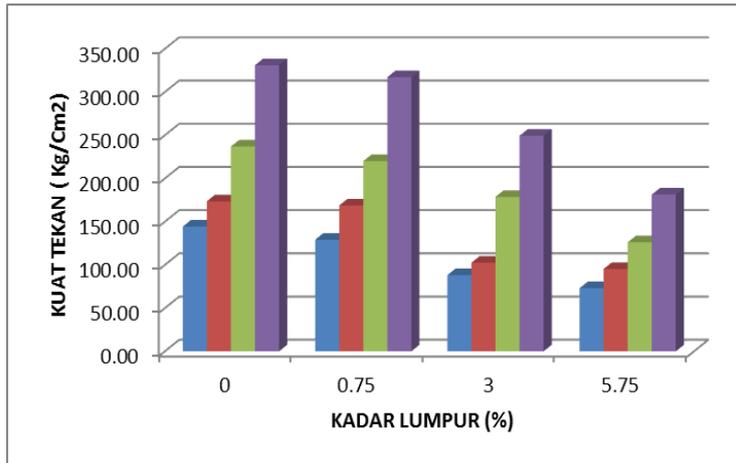
- 4, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [4] SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A).
- [5] Olanitori, L.M. 2006. Mitigating The Effect Of Clay Content Of Sand On Concrete Strength [abstrak], *31st Conference On Our World In Concrete & Structures*: 16 – 17 August, Singapore.
- [6] ASTM C-117 (Standard Test Method for Materials Finer than 75- μm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing).
- [7] Davidovits, J. 1994. “*Properties of Geopolimer*“. France: Geopolimer Institute.



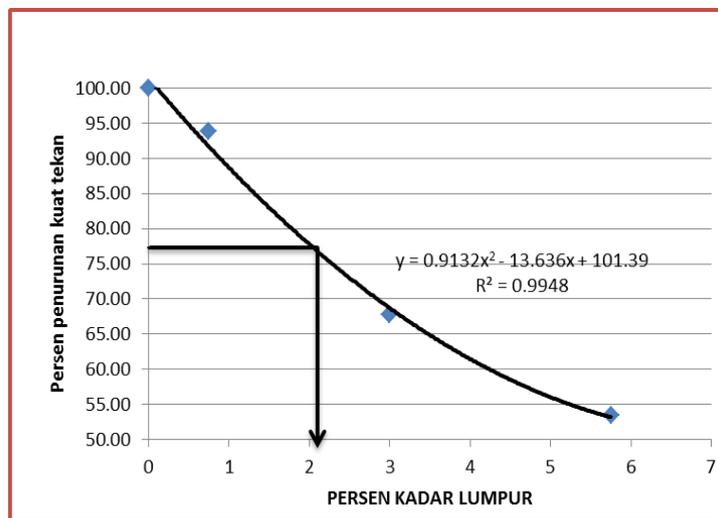
Gambar 1. Perkembangan Kuat Tekan Beton Semen



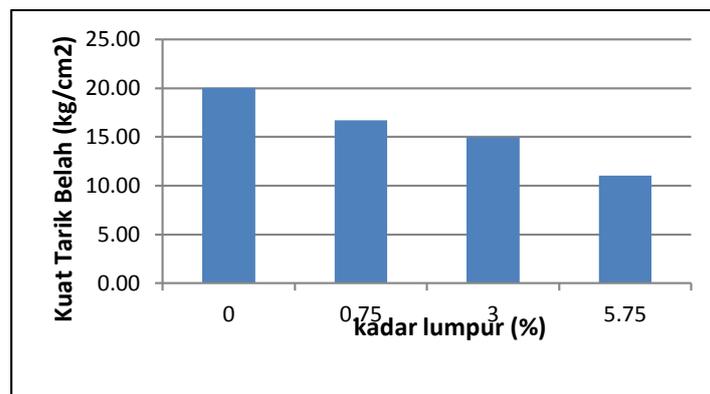
Gambar 2. Persen Penurunan Kuat Tekan Beton Semen



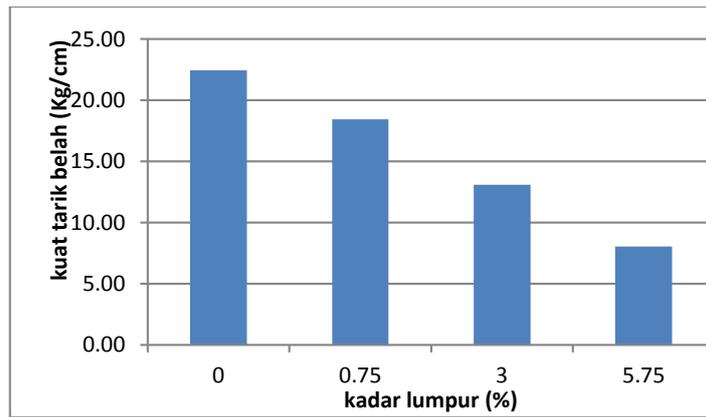
Gambar 3. Perkembangan Kuat Tekan Beton Geopolimer



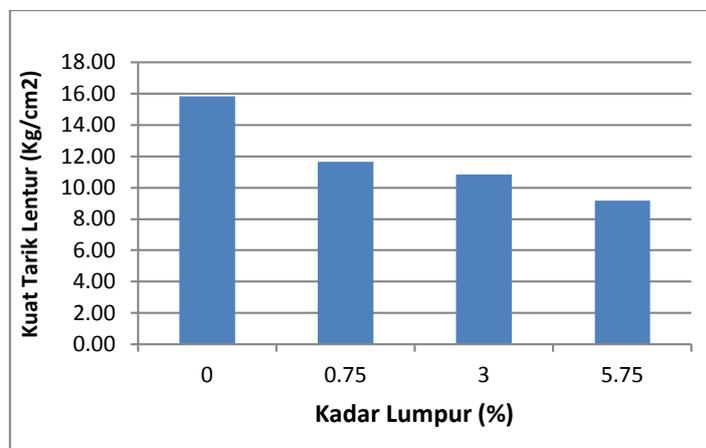
Gambar 4. Persen Penurunan Kuat Tekan Beton Geopolimer



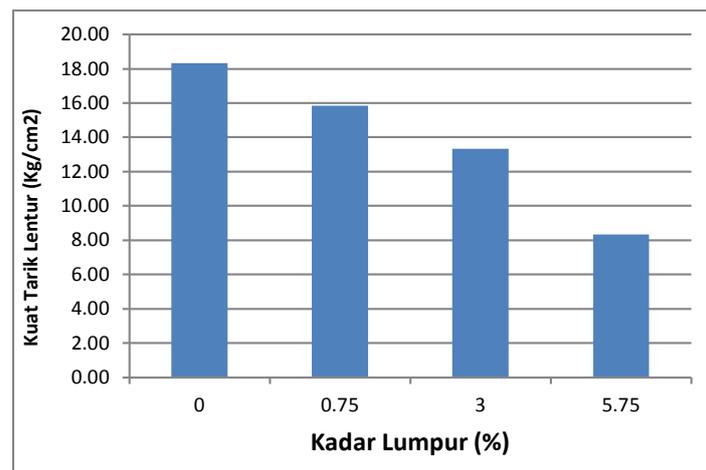
Gambar 5. Grafik Kuat Tarik Belah Beton Semen dengan Agregat Tercemar Lumpur



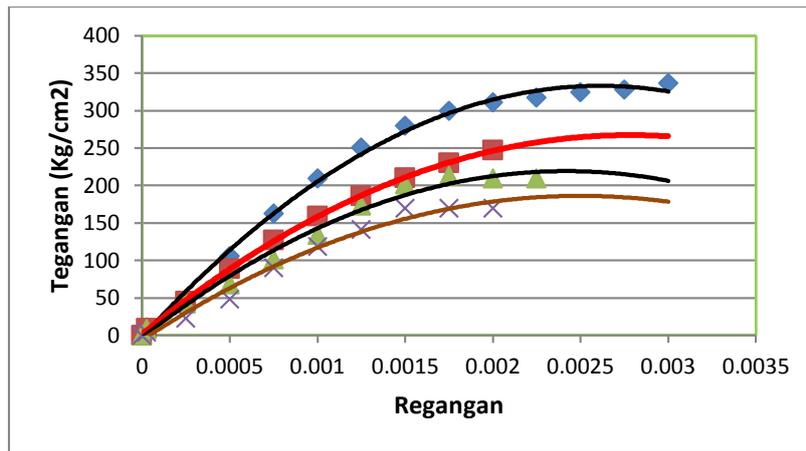
Gambar 6. Grafik Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer dengan Agregat Tercemar Lumpur



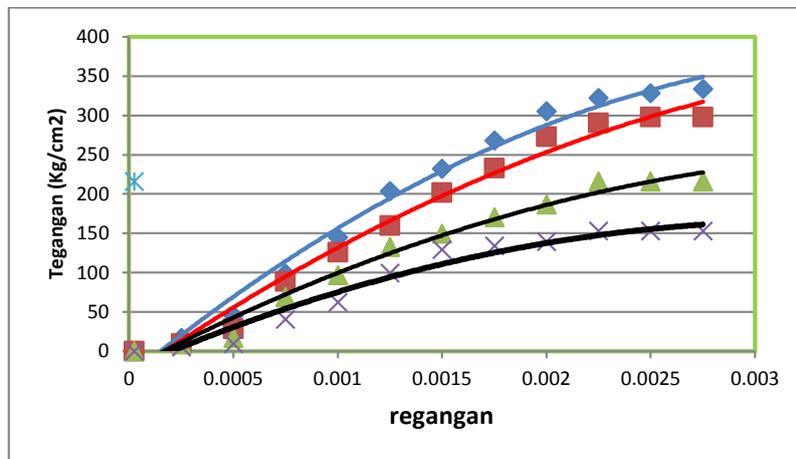
Gambar 7. Grafik Kuat Tarik Lentur Beton Semen dengan Agregat Tercemar Lumpur



Gambar 8. Grafik Kuat Tarik Lentur Beton Geopolimer dengan Agregat Tercemar Lumpur



Gambar 9. Grafik Modulus Elastisitas Beton Semen dengan Agregat Tercemar Lumpur



Gambar 10. Grafik Modulus Elastisitas Beton Geopolimer dengan Agregat Tercemar Lumpur

