



Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Terhadap Kuat Tekan Beton

¹Amir Mukhlis, ²Munawir, ³Manovri Yeni, ⁴Ruslaini

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandarmuda

^{2,3}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

⁴Prodi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Iskandarmuda

¹amirmukhlis@hotmail.com

Abstract

The background of this research is that there is still a lot of oyster shell material that has not been utilized, meanwhile the shell has good mechanical properties as well as concrete. Up to this moment, the shell is not used properly so it needs to be studied the use as concrete mixture. By the utilization of this waste is expected to reduce the environmental impact. This study aims to obtain a regression equation of the compressive strength of concrete using shells, the shells used in this study were oyster shells (*ostreidae*), tested at 28 days of age with 3 variations in the percentage of the use of shell ash material and with 1 variation of normal concrete. The percentage variations used are 0% variation, 5% variation, 10% variation, and 15% variation. In addition, based on the regression equation, the strong relationship between variables will be obtained which is indicated by the value of r square. The implementation of this research was carried out by carrying out a compressive test of concrete cylinder samples with 3 variations of the water cement ratio (W/C), is W/C 0.4, W/C 0.5, and W/C 0.6. The activity was continued by recording and analyzing data by conducting a regression analysis between the relationship between the percentage of shell use and the compressive strength of concrete. The regression equation used is the exponential regression equation, linear regression, polynomial regression order 2. From the test data, it is found that the regression equation is the best for W/C variation 0.4, obtained polynomial regression equation order 2, $y = -0.0351x^2 + 0,3279x + 25.075$ with $r^2 = 0.9999$, for the W/C variation of 0.5, the second order polynomial regression equation is obtained, $y = -0.0702x^2 + 0.8062x + 23.406$ with $r^2 = 0.8983$, and for the W/C variation of 0.6, the second order polynomial regression equation is obtained, $y = -0.0404x^2 + 0.4008x + 19.074$ with a value of $r^2 = 0.9167$.

Keywords: Ash, shell, compressive strength, water cement ratio

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih banyaknya material cangkang tiram daging yang selama ini tidak dimanfaatkan, sementara itu cangkang memiliki sifat mekanik yang cukup baik seperti beton sebagai pengganti. Sampai dengan saat ini, cangkang masih belum dapat dimanfaatkan dengan baik sehingga dikaji penggunaannya sebagai bahan campuran pada pembuatan beton. Dengan adanya pemanfaatan limbah ini diharapkan untuk mengurangi dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh persamaan regresi dari kuat tekan beton yang menggunakan abu cangkang, cangkang yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang tiram daging (*Ostreidae*), diuji pada umur 28 hari dengan 3 variasi persentase penggunaan bahan cangkang dan dengan 1 variasi beton normal. Variasi persentase yang digunakan adalah variasi 0%, variasi 5%, variasi 10%, dan variasi 15%. Selain itu juga, berdasarkan persamaan regresi akan diperoleh kuatnya hubungan antar variabel yang ditunjukkan dengan nilai r square. Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan pelaksanaan uji tekan sampel silinder beton dengan 3 variasi faktor air semen (FAS), yaitu FAS 0,4, FAS 0,5, dan FAS 0,6. Kegiatan dilanjutkan dengan pencatatan dan analisis data dengan melakukan analisis regresi antara hubungan persentase penggunaan cangkang dengan kuat tekan beton. Persamaan regresi yang digunakan adalah persamaan regresi eksponensial, regresi linier, regresi polinomial orde 2. Dari data pengujian, didapatkan bahwa persamaan regresi yang terbaik untuk variasi FAS 0,4, diperoleh persamaan regresi polinomial orde 2, $y = -0,0351x^2 + 0,3279x + 25,075$ dengan $r^2 = 0,9999$, untuk variasi FAS 0,5, diperoleh persamaan regresi polinomial orde 2, $y = -0,0702x^2 + 0,8062x + 23,406$ dengan $r^2 = 0,8983$, dan untuk variasi FAS 0,6, diperoleh persamaan regresi polinomial orde 2, $y = -0,0404x^2 + 0,4008x + 19,074$ dengan nilai $r^2 = 0,9167$.

Kata kunci: Abu, cangkang, kuat tekan, FAS.

1. Pendahuluan

Tingginya konsumsi daging kerang tiram di Aceh memberikan pengaruh terhadap tingginya limbah yang dihasilkan. Ada bermacam limbah hewan yang tidak dapat dimanfaatkan seperti, bagian kulit, bulu, cangkang, dan tulang. Jika sisa ini dibiarkan begitu saja, maka akan dapat menimbulkan penyebaran penyakit sehingga meningkatkan bahaya akan timbulnya gangguan kesehatan.

Untuk itu perlu diberikan perlu diberikan penanganan masalah yang telah timbul saat ini, yaitu dengan memanfaatkan berbagai bahan limbah yang dapat memberikan nilai guna yang lebih tinggi. Dengan adanya solusi ini, maka akan diharapkan dapat memecahkan masalah bagi masyarakat dengan sebuah pemanfaatan atau pengolahan bahan menjadi material yang baru.

Salah satu limbah yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan kembali adalah limbah cangkang. Walaupun, secara biologis, limbah ini tidak dapat dimanfaatkan kembali, namun secara mekanis limbah cangkang masih memiliki manfaat. Hal ini dikarenakan material cangkang memiliki properti mekanik yang cukup unik. Material ini dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton [1]. Secara umum, bahan cangkang memiliki kekerasan yang cukup tinggi, baik dari segi kekuatan terhadap tekan, tarik, dan gesernya, dibandingkan dengan material kayu sebagai material bangunan. Dengan keunggulan ini, maka perlu digali informasi lebih dalam properti mekanis dari bahan cangkang dan dapat dikembangkan secara lebih lanjut melalui sebuah riset.

Walaupun sudah didapat beberapa hal mengenai properti mekanis dari material cangkang, perlu digali dengan kajian yang lebih mendalam melalui kajian hubungan antara persentase penggunaan dengan kuat tekan. Masalah yang dihadapi pada penelitian ini, masih belum didapat seberapa pengaruh antara persentase penggunaan dengan kuat tekan, dan seberapa kuat hubungan antara keduanya.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan persamaan regresi hubungan antara persentase penggunaan cangkang terhadap kuat tekan beton. Persamaan ini

menghasilkan sebuah nilai variabel. Berdasarkan hubungan tersebut juga, tujuan yang dicari dari penelitian ini adalah untuk mencari keeratan hubungan antara kuat persentase cangkang dengan tekan. Keeratan ini disimbolkan berdasarkan nilai r *square*.

2. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka, akan dipaparkan kepustakaan yang menjadi dasar dari penelitian yang dilaksanakan. Beberapa teori yang dapat digunakan mendukung kajian yang dibuat sehingga kaidah yang dilakukan sesuai dengan teori-teori yang ada.

2.1. Beton

Beton adalah bahan struktur bangunan yang terdiri dari bahan pengikat dan agregat. Dalam pembuatan beton, bila diperlukan diberikan dengan bahan tambahan. Berat jenis beton berkisar antara $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$ [2]. Bahan beton memiliki kuat tekan yang cukup tinggi, akan tetapi bahannya bukan bahan yang dapat diperbaharui [3]. Bila diperlukan, beton juga dapat diberikan bahan tambahan (*additif* atau *admixture*) yang berfungsi untuk meningkatkan atau menurunkan kondisi tertentu dari beton atau mengubah sifatnya dari kondisi normal ke kondisi khusus.

2.2. Semen

Semen merupakan bahan yang digunakan sebagai pengikat pada pembuatan beton yang membuat beton menjadi massa yang padat [4]. Jenis semen yang ada adalah semen jenis I, jenis II, jenis III, jenis IV, dan jenis V [5].

2.3. Agregat Halus

Agregat halus pada beton adalah pasir, ukuran pasir terbesar adalah 5 mm. Selain pasir, dapat juga digunakan agregat lain yang propertinya memiliki sifat seperti bahan pasir. Material pasir dihasilkan dari pecahan batu, baik secara alami maupun buatan [4]. Material ini berukuran cukup kecil dibandingkan dengan ukuran batu pada umumnya. Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pembentuk beton memenuhi sifat-sifat yang diperlukan. Sifat-sifat itu adalah dari segi asalnya dari pemecahan batu, baik secara alami maupun buatan, susunannya terdiri dari butir-butir yang memiliki bentuk

tajam dan tidak mudah hancur. Agregat halus juga harus bersih dengan toleransi kandungan lumpur tidak lebih dari 5% berdasarkan perbandingan antara berat keringnya dengan lumpur. Bila ketentuan ini tidak terpenuhi, maka agregat halus perlu dibersihkan kembali dengan cara mencucinya. Selain itu, agregat halus yang digunakan disyaratkan tidak memiliki kandungan bahan organik yang terlalu banyak. Pada umumnya, agregat halus yang diambil dari laut (pasir laut) tidak dapat digunakan, kecuali dengan kondisi-kondisi dan ketentuan yang lain yang dapat memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan pembuatan beton.

Dengan ketentuan tersebut, maka agregat halus yang akan digunakan terlebih dahulu diperiksa sifat-sifatnya agar dapat diketahui apakah dapat digunakan atau tidak. Sifat-sifat yang diperiksa dalam hal ini adalah pada berat volume, berat jenis dan absorpsi, analisa saringan dan modulus kehalusan.

2.4. Agregat Kasar

Agregat halus pada beton adalah kerikil, ukurannya adalah 5 mm – 40 mm. Material kerikil dihasilkan dari pecahan batu, baik secara alami maupun buatan dengan stone crusher [4]. Agregat kasar pada beton yang dapat digunakan sebagai material untuk campuran beton perlu memenuhi berbagai sifat. Sifat yang pertama adalah materialnya tidak berpori dan cukup keras. Bila terdapat agregat dengan bentuk yang pipih hanya dapat digunakan sebanyak kurang dari 20% terhadap berat total agregat kasar.

Untuk lumpur yang terkandung pada agregat kasar, hanya diizinkan kurang dari 1% terhadap total berat keringnya. Bila ketentuan ini tidak terpenuhi, maka agregat kasar perlu dicuci kembali agar bersih sehingga dapat memenuhi ketentuan terhadap jumlah lumpur yang diizinkan.

Untuk kandungan pada agregat kasar, zat-zat yang bisa membuat beton menjadi rusak tidak diperbolehkan. Beberapa di antara zat yang dapat merusak beton ini zat yang mengandung asam atau bahan merusak lainnya. Hal ini disebabkan, bila terdapat bahan yang merusak,

maka akan dapat mempengaruhi mutu beton itu sendiri.

2.5. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan beton merupakan material yang dalam hal ini bereaksi dengan semen membentuk bentuk baru dari bentuk basah yang berupa pasta campuran semen dengan air dan mengeras hingga mencapai kekuatan beton sesuai dengan kuat rencananya.

Secara umum, air yang baik digunakan dalam pembuatan beton itu adalah air yang berkualitas seperti air yang digunakan untuk dikonsumsi oleh manusia (diminum). Selain itu, air juga yang digunakan tidak mengandung kotoran yang dapat mengurangi kualitas dalam pencampuran beton sehingga dapat mengurangi mutu beton rencana. Air juga tidak diizinkan mengandung bahan-bahan yang dapat menyebabkan material beton menjadi rusak, serta mengandung bahan yang berbahaya bagi lingkungan.

2.6. Uji *Slump* Beton

Uji *slump* beton dilakukan untuk memperoleh kekentalan adukan beton segar. Pengujian menggunakan kerucut Abrams dengan diameter bagian bawah 20,3 cm, diameter bagian atas 10,2 cm, dan tinggi 30,5 mm [5].

2.7. Cangkang

Cangkang merupakan salah satu material organik yang dihasilkan oleh makhluk hidup, umumnya yang bertubuh lunak. Ada banyak dari jenis hewan yang memiliki cangkang juga dapat digunakan sebagai konsumsi sehingga dapat menjadi komoditi masyarakat.

Di lingkungan laut, para nelayan dapat memanfaatkannya dan membudidayakannya dan dapat menghasilkan penjualan pada sektor perikanan ini. Dalam kurun waktu tertentu, setelah ditenakkan, hewan bercangkang yang sudah dewasa dapat dipanen sehingga menjadi pemasukan tambahan bagi nelayan.

Material cangkang memiliki kekerasan yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan pada pembuatan beton. Bahan ini memiliki sifat seperti semen yang dapat mengikat sehingga dengan sifat ini akan dapat digunakan sebagai

bahan dalam pembuatan beton. Persentase terbesar cangkang memiliki senyawa CaO dengan kadar persentase berat sebanyak 66,70% dari totalnya [13]. Kandungan CaO dapat berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton yang memanfaatkan bahan pengikat semen maupun abu terbang [14].

2.8. Persamaan dan Perbedaan Properti Mekanik Cangkang dengan Beton

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, cangkang memiliki kekerasan dan kepadatan yang tinggi seperti pada material beton [16]. Cangkang sama-sama memiliki kekuatan yang relatif cukup tinggi dalam terhadap gaya tekan, gaya tarik, maupun gaya geser. Dengan sifat yang sama seperti ini, kedua material juga sama-sama memiliki sifat getas yang tinggi.

Perbedaan yang mendasar pada properti mekanik antara cangkang dengan beton adalah dalam hal besaran berat sendiri dan tingkat kekuatannya. Dibandingkan dengan cangkang, berat sendiri material beton masih relatif lebih besar sehingga beban mati yang diterimanya akan menjadi lebih besar. Perbedaan yang kedua dari kedua material, yaitu dalam hal kekuatan. Material beton dapat memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan material cangkang.

2.9. Rancangan Campuran Beton

Rancangan campuran beton atau *job mix design* merupakan sebuah kegiatan yang dilaksanakan sebelum mencampurkan material-material pembentuk beton menjadi beton. Dengan adanya rancangan ini, maka dalam pelaksanaannya akan dapat dilakukan penentuan jumlah-jumlah bahan yang akan digunakan dalam satuan volume yang digunakan. Rancangan ini dapat menggunakan berbagai metode, misalnya metode ACI (American Concrete Institute), atau metode lain yang sesuai. Rancangan ditentukan untuk setiap volum 1 m³ beton beserta dengan nilai *slump* rencana. Nilai *slump* rencana memiliki nilai minimum dan nilai maksimum sehingga bila dalam pelaksanaannya masih berada di dalam ambang, maka beton tersebut sudah dapat digunakan.

Untuk agregat kasar dan agregat halus, kedua agregat ini ditentukan ditentukan diameter

maksimum dari agregatnya. Agregat kasar untuk derajat kehalusan agregat halus ditentukan sesuai dengan ketentuan dan selanjutnya data volume agregat kasar dan agregat halus dapat ditentukan sebagai jumlah yang digunakan dalam rancangan pembuatan beton.

Penentuan jumlah agregat halus yang digunakan diperoleh dengan mengkalkulasi modulu kehalusannya sesuai dengan estimasi. Nilai dari modulus kehalusan agregat halus yang tergolong baik adalah yang nilainya berada pada rentang angka 2,4 sampai dengan angka 3,0.

Masing-masing agregat yang telah diperoleh beratnya, maka selanjutnya dapat ditentukan perbandingan berat campurannya dengan tabel analisa susunan butiran agregat campuran. Tabel tersebut digambarkan kurva gradasi agregat campurannya. Setelah dibuat kurva ini, maka dapat diperoleh modulus kehalusan dari agregat.

Untuk volume air yang diperlukan dalam rencana campuran beton, pengaruh kuat didasarkan kepada diameter terbesar dari agregat yang dipakai dan nilai *slump* yang direncanakan. Dengan tinggi *slump* rencana yang berkisar dari 25 mm sampai dengan 175 mm dan ukuran terbesar agregat yang berkisar dari 9,5 mm sampai 150 mm menggunakan perkiraan dari volume udara yang masih terperangkap di dalam campuran beton yang berkisar dari 0,2% sampai dengan 3%.

Untuk semen yang diperlukan pada rancangan campuran beton, jumlah semen ditentukan dengan nilai faktor air semen (FAS). faktor air semen (FAS) merupakan nilai dari perbandingan antara volume semen dengan volume air, nilai ini dinyatakan dalam satuan persen. Nilai faktor air semen (FAS) ini dipengaruhi oleh kuat tekan rencana beton yang diinginkan. Hubungan faktor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton ditentukan pada beton dengan umur rencana 28 hari. Hubungan antara faktor air semen (FAS) dengan kuat tekan beton yang ditentukan terdiri dari beton tanpa bahan pemasuk udara dan beton dengan bahan pemasuk udara. Berdasarkan hubungan tersebut, maka jumlah semen dapat diperoleh dengan membandingkan antara jumlah air yang

diperlukan yang telah diperoleh sebelumnya dengan nilai faktor air semen (FAS).

Untuk berat awal beton segar dapat dibuat perkiraannya berdasarkan ukuran maksimum agregat yang akan digunakan. Ukuran maksimum agregat yang akan digunakan dalam perkiraan awal dari berat beton segar diambil dari ukuran maksimum 9,5 mm sampai dengan 150 mm.

2.10. Pemeriksaan Adukan Beton

Adukan beton yang telah dibuat, dilakukan pemeriksaannya. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk pengendalian campuran dari beton segar (*fresh concrete*) agar tidak terjadi penyimpangan atas kondisi beton yang digunakan. Pemeriksaan adukan yang dilaksanakan adalah pemeriksaan suhu dengan melakukan pengukuran suhu beton segar yang baru dibuat, nilai *slump*, kadar udara yang ada, dan berat volume dari beton segar tersebut.

2.11. Perawatan Beton

Setelah dibuat adukan beton segar dan dituangkan ke dalam cetakan, maka selanjutnya beton dibiarkan sampai akhirnya beton mengalami pengerasan. Beton dilakukan perawatan dengan menjaga temperaturnya sama dengan temperatur ruangan [8]. Pada umur sampai dengan 48 jam, sampel dibebaskan dari pengaruh getaran [8]. Perawatan pada beton perlu dilakukan agar beton yang telah dibuat, tidak mengalami perubahan sifat mekaniknya dan dapat terawat dengan baik. Hal ini disebabkan oleh karena beton yang belum memasuki umur rencananya masih belum dapat menerima pengaruh yang dapat mengubah sifatnya, baik pengaruh secara mekanik, maupun pengaruh secara fisik.

2.12. Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama kekuatan beton [6]. Kuat tekan didapat dari perbandingan beban tekan terhadap luas per satuan. Persamaan kuat tekan beton dapat dilihat pada persamaan 1 [8].

$$F_c' = P/A \quad (1)$$

Dengan:

F_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N atau kg)

A = Luas permukaan (mm² atau cm²)

Kuat tekan beton ditujukan terhadap deviasi standar pada pembuatannya [9]. Kuat tarik belah beton lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekannya [12]. Kuat tarik belah beton diperoleh dengan uji *split* silinder beton, uji ini mendekati hasil kuat tarik beton yang sebenarnya

2.13. Analisis Regresi

Untuk memperkirakan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, maka dilakukan analisis regresi [16]. Persamaan untuk analisis regresi diperoleh dari variabel bebas dengan variabel terikatnya dengan persamaan 3. Secara teknik, analisis regresi dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

Keterangan:

y = Variabel respon

x = Prediktor

i = 1, 2, 3, ..., n

β = Parameter model

ε = Kesalahan yang diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian konstanta

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan studi literatur, *job mix design*, pembuatan benda uji dan perawatannya, uji tekan, dan analisis regresi.

3.1. Data Penelitian

Setelah dilakukan kegiatan studi literatur, maka selanjutnya dilaksanakan persiapan bahan dan *job mix design*. Bila belum memenuhi persyaratan, maka *job mix design* akan diulangi lagi hingga telah memenuhi. Dalam proses ini, digunakan tambahan material abu cangkang kerang daging (*ostreidae*). Dengan data *job mix design* tersebut, maka adukan menggunakan cangkang tiram dalam bentuk abu untuk

pembuatan benda uji yang berbentuk silinder dengan jumlah 60 buah. Jumlah benda uji yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1

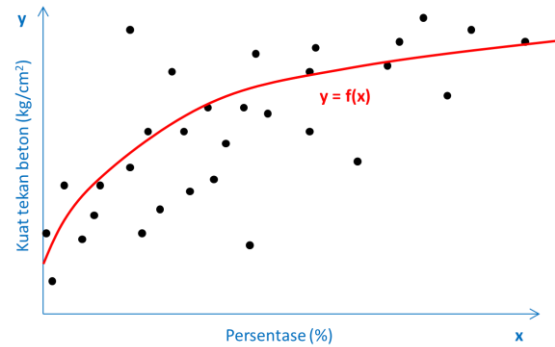
Tabel 1. Jumlah benda uji yang digunakan

| FAS | Persentase (%) | Jumlah |
|-----|----------------|--------|
| 0,4 | 0 | 5 |
| 0,4 | 5 | 5 |
| 0,4 | 10 | 5 |
| 0,4 | 15 | 5 |
| 0,5 | 0 | 5 |
| 0,5 | 5 | 5 |
| 0,5 | 10 | 5 |
| 0,5 | 15 | 5 |
| 0,6 | 0 | 5 |
| 0,6 | 5 | 5 |
| 0,6 | 10 | 5 |
| 0,6 | 15 | 5 |

Adukan terlebih dahulu diuji kecacakannya yang sesuai dengan persyaratan dari hasil *job mix design*. Selanjutnya, benda uji dituang ke dalam cetakan dan dilakukan perawatan beton dan digunakan untuk uji tekan umur 28 hari.

3.2. Analisis Data

Setelah semua sampel telah diberikan pengujian, selanjutnya data hasil pengujian dicatat dan diplot ke dalam tabel untuk dilakukan analisis regresi. Untuk variabel bebas pada penelitian ini adalah persentase variasi yang digunakan (x) dan variabel terikatnya adalah kuat tekan beton (y). Analisis regresi menggunakan *software*, hasilnya akan berupa persamaan $y = f(x)$. Pada analisis ini juga dicari nilai r sebagai penentu seberapa kuat hubungan antara kedua variabel. Grafik hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dapat dilihat pada 1.



Gambar 1. Grafik hubungan antara variabel x dan variabel y

4. Hasil dan Pembahasan

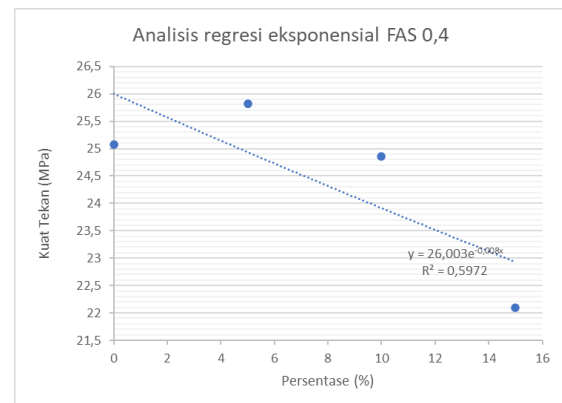
Setelah dilakukan pengujian, maka diperoleh data untuk variasi beton dengan FAS 0,40, FAS 0,50, dan FAS 0,60.

4.1 Analisis Regresi dengan FAS 0,40

Hasil analisis regresi dengan FAS 0,40 dilakukan dengan analisis regresi eksponensial, regresi linier, regresi polinomial orde 2.

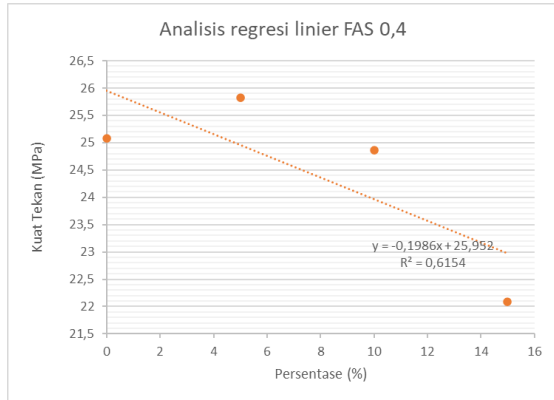
Untuk analisis regresi eksponensial hasil uji tekan beton dengan FAS 0,4 dapat dilihat pada gambar 2. Persamaan yang diperoleh adalah

$$y = 26,003e^{-0,008x} \text{ dengan } r^2 = 0,5972$$



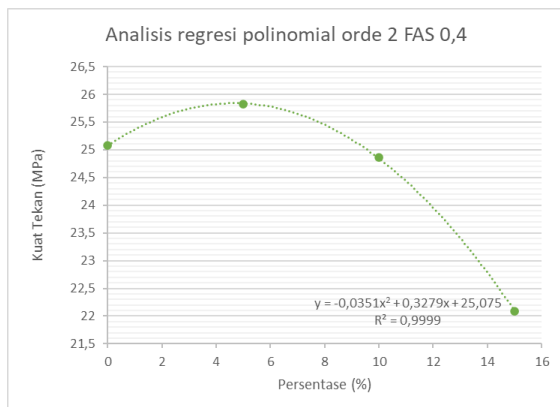
Gambar 2. Analisis regresi eksponensial FAS 0,4

Hasil analisis regresi linier hasil uji tekan beton dengan FAS 0,4 dapat dilihat pada gambar 3. Persamaan yang diperoleh adalah $y = -0,1986x + 25,952$ dengan nilai $r^2 = 0,6154$



Gambar 3. Analisis regresi linier FAS 0,4

Hasil analisis regresi polinomial orde 2 hasil uji tekan beton dengan FAS 0,4 dapat dilihat pada gambar 4. Persamaan yang diperoleh adalah $y = -0,0351x^2 + 0,3279x + 25,075$ dengan $r^2 = 0,9999$.

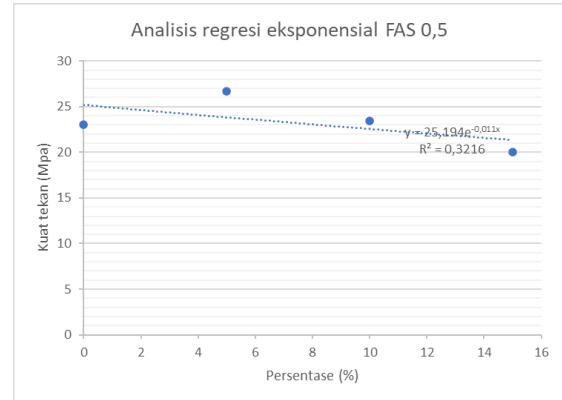


Gambar 4. Analisis regresi polinomial orde 2
 FAS 0,4

4.2 Analisis Regresi dengan FAS 0,50

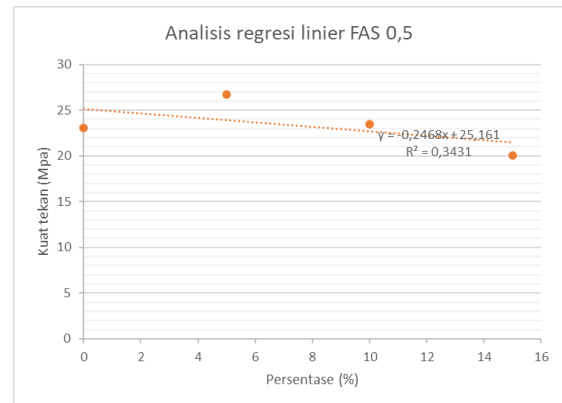
Hasil analisis regresi dengan FAS 0,50 dilakukan dengan analisis regresi eksponensial, regresi linier, regresi polinomial orde 2.

Untuk analisis regresi eksponensial hasil uji tekan beton dengan FAS 0,5 dapat dilihat pada gambar 5. Persamaan yang diperoleh adalah $Y = 25,194e^{-0,011x}$ dengan $r^2 = 0,3216$.



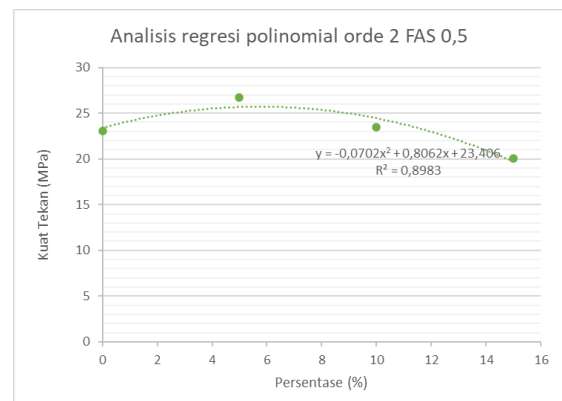
Gambar 5. Analisis regresi eksponensial FAS 0,5

Hasil analisis regresi linier hasil uji tekan beton dengan FAS 0,5 dapat dilihat pada gambar 6. Persamaan yang diperoleh adalah $y = -0,2468x + 25,161$ dengan nilai $r^2 = 0,3431$.



Gambar 6. Analisis regresi linier FAS 0,5

Hasil analisis regresi polinomial orde 2 hasil uji tekan beton dengan FAS 0,4 dapat dilihat pada gambar 4. Persamaan yang diperoleh adalah $y = -0,0702x^2 + 0,8062x + 23,406$ dengan $r^2 = 0,8983$.

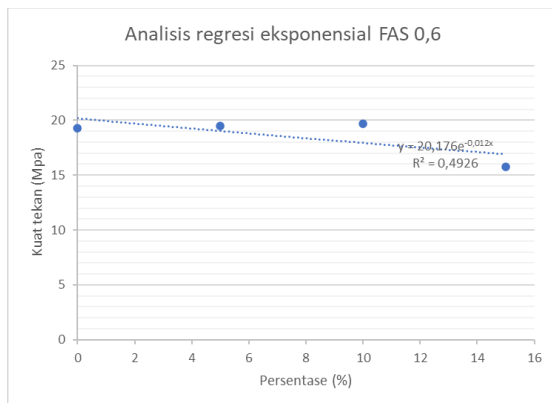


Gambar 7. Analisis regresi polinomial orde 2
 FAS 0,5

4.3 Analisis Regresi dengan FAS 0,60

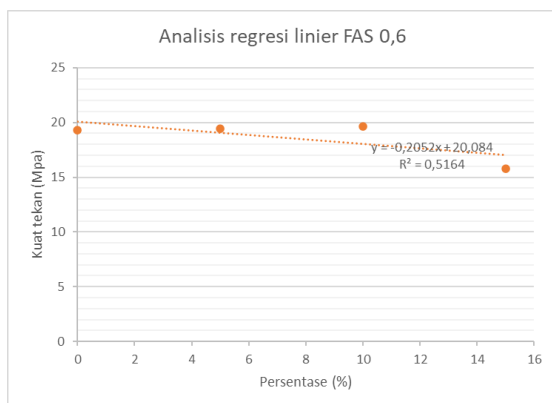
Hasil analisis regresi dengan FAS 0,60 dilakukan dengan analisis regresi eksponensial, regresi linier, regresi polinomial orde 2.

Untuk analisis regresi eksponensial hasil uji tekan beton dengan FAS 0,6 dapat dilihat pada gambar 8. Persamaan yang diperoleh adalah $y = 20,176e^{-0,012x}$ dengan $r^2 = 0,4926$.



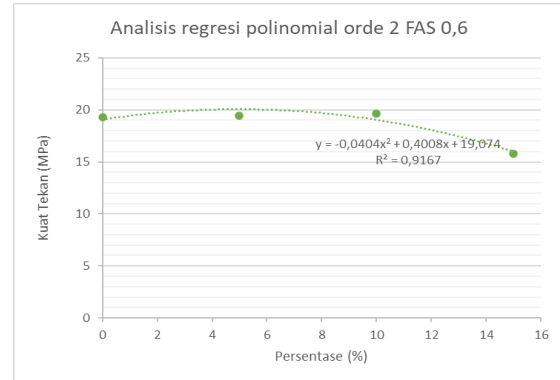
Gambar 8. Analisis regresi eksponensial FAS 0,6

Hasil analisis regresi linier hasil uji tekan beton dengan FAS 0,5 dapat dilihat pada gambar 8. Persamaan yang diperoleh adalah $y = -0,2052x + 20,084$ dengan nilai $r^2 = 0,5164$



Gambar 9. Analisis regresi linier FAS 0,6

Hasil analisis regresi polinomial orde 2 hasil uji tekan beton dengan FAS 0,4 dapat dilihat pada gambar 4. Persamaan yang diperoleh adalah $y = -0,0404x^2 + 0,4008x + 19,074$ dengan nilai $r^2 = 0,9167$.



Gambar 10. Analisis regresi polinomial orde 2 FAS 0,6

4.4 Pembahasan

Berdasarkan ketiga variasi FAS, yaitu FAS 0,4, FAS 0,5, dan FAS 0,6. Untuk hasil analisis regresi pada FAS 0,4, untuk persamaan yang diperoleh yaitu $y = 26,003e^{-0,008x}$ untuk persamaan regresi eksponensial, $y = -0,1986x + 25,952$ untuk persamaan linier, dan

$y = -0,0351x^2 + 0,3279x + 25,075$ untuk persamaan regresi polinomial orde 2. Nilai r^2 dari yang terendah hingga ke yang tertinggi masing-masing adalah $r^2 = 0,5972$ untuk regresi eksponensial, $r^2 = 0,6154$ untuk regresi linier, dan $r^2 = 0,9999$ untuk regresi polinomial orde 2.

Untuk hasil analisis regresi pada FAS 0,5, untuk persamaan yang diperoleh yaitu $y = 25,194e^{-0,011x}$ untuk persamaan regresi eksponensial, $y = -0,2468x + 25,161$ untuk persamaan linier, dan $y = -0,0702x^2 + 0,8062x + 23,406$ untuk persamaan regresi polinomial orde 2. Nilai r^2 dari yang terendah hingga ke yang tertinggi masing-masing adalah $r^2 = 0,3216$ untuk regresi eksponensial, $r^2 = 0,3431$ untuk regresi linier, dan $r^2 = 0,8983$ untuk regresi polinomial orde 2.

Untuk hasil analisis regresi pada FAS 0,6, untuk persamaan yang diperoleh yaitu $y = 20,176e^{-0,012x}$ untuk persamaan regresi eksponensial, $y = -0,2052x + 20,084$ untuk persamaan linier, dan $y = -0,0404x^2 + 0,4008x + 19,074$ untuk persamaan regresi polinomial orde 2. Nilai r^2 dari yang terendah hingga ke yang tertinggi masing-masing adalah $r^2 = 0,4926$ untuk regresi eksponensial, $r^2 = 0,5164$ untuk regresi linier, dan $r^2 = 0,9167$ untuk regresi polinomial orde 2.

Hasil dari r square (r^2) yang berkisar dari 0,00 sampai dengan 1,00 menunjukkan kuatnya hubungan antara variabel bebas (persentase abu cangkang) dengan variabel terikatnya (kuat tekan beton). Nilai r square pada persamaan regresi yang telah diperoleh yang semakin mendekati angka 1,00 pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada persamaan regresi tersebut, persentase abu cangkang memiliki pengaruh yang kuat terhadap kuat tekan beton.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk beton dengan variasi FAS 0,4, persamaan regresi terbaik yang didapat dengan nilai r^2 tertinggi adalah persamaan regresi polinomial orde 2 dengan bentuk persamaan $y = -0,0351x^2 + 0,3279x + 25,075$ dan $r^2 = 0,9999$. Untuk beton dengan variasi FAS 0,5, persamaan regresi terbaik yang didapat dengan nilai r^2 tertinggi adalah persamaan regresi polinomial orde 2 dengan bentuk $y = -0,0702x^2 + 0,8062x + 23,406$ dan $r^2 = 0,8983$. Untuk beton dengan variasi FAS 0,6, persamaan regresi terbaik yang didapat dengan nilai r^2 tertinggi adalah persamaan regresi polinomial orde 2 dengan bentuk $y = -0,0404x^2 + 0,4008x + 19,074$ dengan nilai $r^2 = 0,9167$.

Dari ketiga variasi tersebut dapat disimpulkan bahwa bentuk hasil analisis regresi yang diperoleh adalah bentuk persamaan regresi polinomial orde 2. Masing-masing nilai r^2 pada persamaan memiliki nilai yang mendekati 1,00 sehingga persamaan ini menunjukkan bahwa untuk pengaruh penggunaan abu cangkang dengan FAS 0,4 mengurangi kuadrat dari nilainya dan dikalikan 0,0351, ditambah dengan 0,3279 dari jumlah penggunaan abu cangkang ditambah dengan nilai 25,075. Untuk pengaruh penggunaan abu cangkang dengan FAS 0,5 mengurangi kuadrat dari nilainya dan dikalikan 0,0702, ditambah dengan 0,8062 dari jumlah penggunaan abu cangkang ditambah dengan nilai 23,406. Untuk pengaruh penggunaan abu cangkang dengan FAS 0,6 mengurangi kuadrat dari nilainya dan dikalikan 0,0404 ditambah dengan 0,4008 dari jumlah penggunaan abu cangkang ditambah dengan nilai 19,074.

Dengan nilai r square yang mendekati angka 1,00 pada persamaan regresi polinomial orde 2 untuk semua pengujian menunjukkan bahwa variabel persentase penggunaan abu cangkang memiliki hubungan yang kuat terhadap kuat tekannya. Hasil ini dapat dilihat pada masing-masing faktor air semen yang digunakan, yaitu faktor air semen 0,4, faktor air semen 0,5, dan faktor air semen 0,6.

Daftar Pustaka

- [1] Karimah, R., dkk. 2020. Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 6(1), pp. 17-21.
- [2] Syarif, A., dkk. 2016. Analisa Uji Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tambah Batu Bata Merah. *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*, 14(1), pp. 46-56.
- [3] Mukhlis, A., 2021. Pemanfaatan Limbah Kayu Kelas I sebagai Agregat Kasar pada Kuat Tekan Beton, SEMDI UNAYA-2021. pp. 129-123.
- [4] Riyanto, H., 2015. Pengaruh Penggunaan Semen Pozzolan Tipe-A terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, 6(1), pp. 684-695.
- [5] BSN, 2008. Cara Uji Slump Beton (SNI 1972:2008). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- [6] Anggraini, R., 2008. Pengaruh Penambahan Fly Ash terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 2(3), pp. 163-174.
- [7] Pribadi, J. A. & Sastra, M., 2018. Ekosemen Sebagai Media Perikat Pengganti Semen Untuk Beton. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 2(1), pp. 44-51.
- [8] BSN, 2011. Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder (SNI 03-1974-2011). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- [9] BSN, 2003. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- [10] Mukhlis, A., 2020. Studi Kuat Tarik Beton dengan Menggunakan Agregat Kayu Kelas I. *Jurnal Geuthée: Penelitian Multidisiplin*. 2(3), pp. 519-526.
- [11] BSN, 2002. Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 03-2491-2002). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- [12] Mukhlis, A. & Bunyamin, 2020. Pengaruh Penggunaan Agregat Tulang Sapi terhadap Kuat Tekan Beton. *PORTAL Jurnal Teknik Sipil* 12v(1), pp. 40-47
- [13] Handayani, L. dan Syahputra, F. Isolasi dan Karakterisasi Nanokalsium Cangkang Tiram (*Crassostrea gigas*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*. 20(3), pp. 515-523.
- [14] Purwantoro, A. 2016. Pengaruh Penambahan Boraks dan Kalsium Oksida Terhadap *Setting Time* dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* Tipe C. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 5(12), pp. 1-8
- [15] Vitalis, dkk. 2016. Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton. *JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 2(2), pp. 1-9.

- [16] Alwi, W., Ermawati & Husain, S., 2018. Analisis Regresi Logistik Biner untuk Memprediksi Kepuasan Pengunjung pada Rumah Sakit Umum Daerah Majene. *Jurnal MSA*, 6(1), pp. 20-26.