JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

Vol. 10, No. 1, FEBRUARI 2025
E-ISSN: 2720-9199
DOI: https://doi.org/10.33096/7fv53230

# Pengaruh Penggunaan *Kaolin* pada Kuat Tekan Beton sebagai Pengganti Sebagian Aggregat Halus

(*The Impact of Using Kaolin to Replace Some of the Fine Aggregate on Concrete's Compressive Strength*)

**Hartanto Wahyu Sasongko *, Rasiwan, Sarpawi**

Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak,
*tanto.sasongko@gmail.com

Diajukan: 15 Februari 2025, Revisi: 23 Februari 2025, Diterima: 28 Februari 2025

## Abstract

*Ascertaining the effects of adding kaolin to concrete to replace some fine aggregate, determining the model of the relationship between concrete's compressive strength and kaolin mixture used to replace some of the fine aggregate, and determining the ideal kaolin mixture composition for concrete's compressive strength are the goals of this study. This study employs a qualitative experiment to examine the structure of concrete materials that use kaolin in place of fine aggregate. According to the quality regulations for concrete used in residential constructions (one to two floors), the concrete is intended to have a K-250 quality. According to the work mixture formula, the kaolin mixture employed is at 0%, 25%, and 50% of the weight of the sand. The test object's compressive strength was examined in a lab after 28 days. According to the results, an average compressive strength of regular concrete without kaolin mixture was 368.8 kg/cm$^2$, concrete with a 25% kaolin mixture was 239.76 kg/cm$^2$, and concrete with a 50% kaolin mixture was 159.41 kg/cm$^2$. These findings demonstrate that kaolin was not a suitable material for use as a concrete mixture. At a combination percentage of 0%, the ideal proportion of white soil is utilized to replace fine aggregate.*

*Keywords: concrete, kaolin, fine aggregate, compressive strength*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kaolin terhadap kuat tekan beton ketika digunakan menjadi bahan substitusi sebagian agregat halus, untuk mengetahui model hubungan antara kuat tekan beton dengan campuran kaolin sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus (pasir) dan untuk mengetahui komposisi campuran kaolin yang paling optimal untuk kekuatan tekan beton. Percobaan kualitatif yang dilakukan pada struktur material beton menggunakan kaolin sebagai pengganti agregat halus adalah subjek penelitian ini. Beton direncanakan memiliki kualitas K-250, sesuai dengan standar kualitas beton yang digunakan pada bangunan tempat tinggal (1 hingga 2 lantai). Campuran kaolin yang digunakan adalah dengan persentase 0%, 25% dan 50% dari berat pasir sesuai job mix formula. Setelah 28 hari, kuat tekan sampel diuji di laboratorium. Dari tes, hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata kuat tekan pada beton normal tanpa campuran kaolin adalah 368,8 kg/cm$^2$, pada beton dengan campuran kaolin 25% adalah 239,76 kg/cm$^2$, dan pada beton dengan campuran kaolin 50% adalah 159,41 kg/cm$^2$, ini menunjukkan bahwa kaolin tidak cocok digunakan sebagai bahan campuran beton untuk pengganti sebagian aggregat halus. Persentase optimal kaolin yang digunakan sebagai pengganti agregat halus adalah dengan persentase campuran 0%.

Kata Kunci: Beton, Kaolin, Agregat halus, Kuat tekan

## 1. PENDAHULUAN

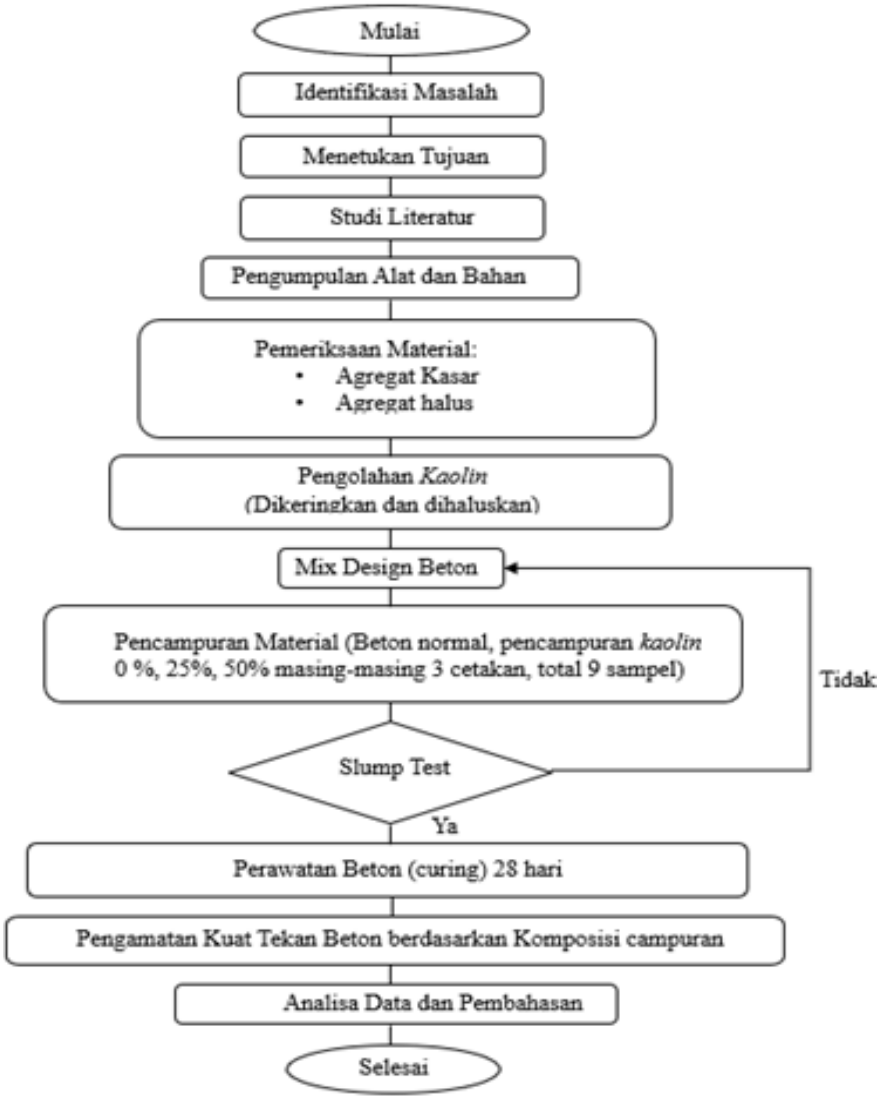
Perkembangan di industri konstruksi pada saat ini sudah sangat berkembang pesat, dimana material beton saat ini paling banyak digunakan pada konstruksi gedung, rumah tinggal, jembatan, bendung dan jenis konstruksi lainnya. Beton adalah bahan yang dibuat dari campuran semen Portland, agregat kasar (batu kerikil), agregat halus (dikenal sebagai pasir) dan air dengan tambahan rongga-rongga udara. Untuk membuat beton basah yang mudah dibuat dan memenuhi kriteria kuat tekan yang telah direncanakan setelah mengeras, diperlukan campuran beton yang sesuai (Sutikno, 2003). Agregat halus dengan ukuran butir 5,0 mm didefinisikan sebagai pasir yang berasal dari pemecah batuan secara alami atau yang dibuat oleh industri pemecah batu (SNI 03-2847-2019).

Penggunaan pasir atau agregat halus sebagai bahan campuran beton untuk pekerjaan konstruksi bangunan masih menjadi masalah utama tidak peduli seberapa banyak pasir yang tersedia di *quarry* (tempat penambangan). Akibatnya, ada alternatif hasil alam seperti kaolin, atau tanah liat putih. Dengan mengurangi kebutuhan pasir, kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh penambang pasir yang masif di Daerah Aliran Sungai (DAS) akan berkurang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kaolin terhadap kuat tekan beton ketika digunakan menjadi bahan substitusi sebagian agregat halus, untuk mengetahui model hubungan antara kuat tekan beton dengan campuran kaolin sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus (pasir) dan untuk mengetahui komposisi campuran kaolin yang paling optimal untuk kekuatan tekan beton.

## 2. METODE

Metode penelitian ini adalah eksperimen kualitatif. Beton dengan menggunakan kaolin sebagai bahan substutusi untuk agregat halus merupakan subjek penelitian ini. Beton yang dibuat dalam penilitian ini adalah beton dengan mutu K-250. Campuran kaolin yang digunakan yaitu prosentase 0%, 25%, dan 50% dari berat pasir sesuai *job mix formula* untuk mutu beton K-250. Untuk setiap campuran beton yang menjadi benda uji pada penelitian ini telah dibuat tiga buah, sehingga total beton yang dibuat adalah berjumlah 9 buah dengan ukuran kubus 15cm x 15cm x 15cm. Adapun langkah-langkah pada penelitian ini, telah peneliti deskripsikan seperti bagan di bawah ini:




**Gambar 1** Bagan alir penelitian

## A. Membuat Benda Uji

Dalam pembuatan benda uji, adapun material yang digunakan antara lain semen tipe 1, batu pecah Gunung Semaoeng untuk agregat kasar, agregat halus yang berasal dari Sungai Kapuas, dan air dari sumber lokal. Untuk melakukan pemeriksaan keseluruhan, prosedur harus diikuti sesuai dengan spesifikasi teknis seperti pada tabel berikut:

**Tabel 1** Prosedur pemeriksaan agregat

| A | Aggregat Halus | Spesifikasi |
|---|---|---|
| 1 | Berat Jenis | SNI 03-1969-1990 |
| 2 | Kadar Air | SNI 03-1971-1990 |
| 3 | Berat Volume | SNI-03-4804-1998 |
| 4 | Gradasi | SNI 03-1968-1990 |
| 5 | Abrasi | SNI 03-2417-1991 |

| B | Aggregat Kasar | Spesifikasi |
|---|---|---|
| 1 | Berat Volume | SNI-03-4804-1998 |
| 2 | Berat Jenis | SNI 03-1969-1990 |
| 3 | Kadar Air | SNI 03-1971-1990 |
| 4 | Gradasi | SNI 03-1968-1990 |

## B. Strategi Analisa Data

Benda uji yang telah direncanakan kemudian dibuat dengan bahan yang telah disiapkan. Benda uji yang telah dicetak, akan dibuka dari cetakkannya setelah 24 jam. Setelah dibuka, benda uji dirawat dengan direndam sampai dengan 28 hari. Setelah itu, benda uji harus disimpan pada suhu ruang selama satu sampai dengan dua hari sampai dengan benda uji tersebut kering.

Dalam pengumpulan data kuat tekan untuk masing-masing benda uji, peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton di laboratorium. Hasil pengujian menunjukkan gaya (P) yang terjadi saat benda uji hancur. Untuk menghitung kuat tekan beton yang berdasarkan data gaya tekan dan luas penampang kubus dapat digunakan rumus berikut:

$$\mathbf{f} = \frac{\mathbf{P}}{\mathbf{A}} \qquad (1)$$

dimana:
f = Kuat tekan (kg/cm$^2$)
P = Gaya tekan (kg)
A = Luas penampang kubus (cm$^2$)

Dalam menganalisa data yang telah didapat, peneliti menggunakan analisis statistik deskriptif dan analisis regresi. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menentukan kuat tekan beton rata-rata dari masing-masing campuran. Sedangkan analisis regresi digunakan untuk menentukan model hubungan prosentase antara campuran kaolin dan kuat tekan beton, dan akhirnya, campuran yang paling cocok untuk memenuhi mutu beton.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

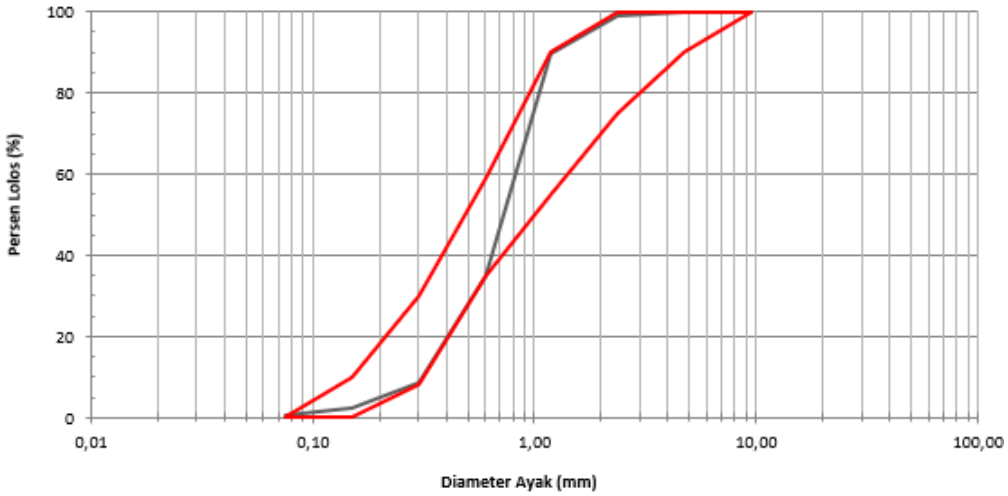
### A. Hasil Pengujian Bahan

Penggunaan semen Portland komposit untuk pembuatan beton yang menjadi benda uji dalam pengujian harus dalam kondisi baik dan tidak terdapat gumpalan butiran. Hal ini dapat dilakukan dengan pemeriksaan secara visual. Tabel berikut menunjukkan hasil dari pengujian bahan terhadap agregat kasar dan agregat halus yang digunakan untuk pembuatan benda uji. Adapun tabel tersebut adalah sebagai berikut:

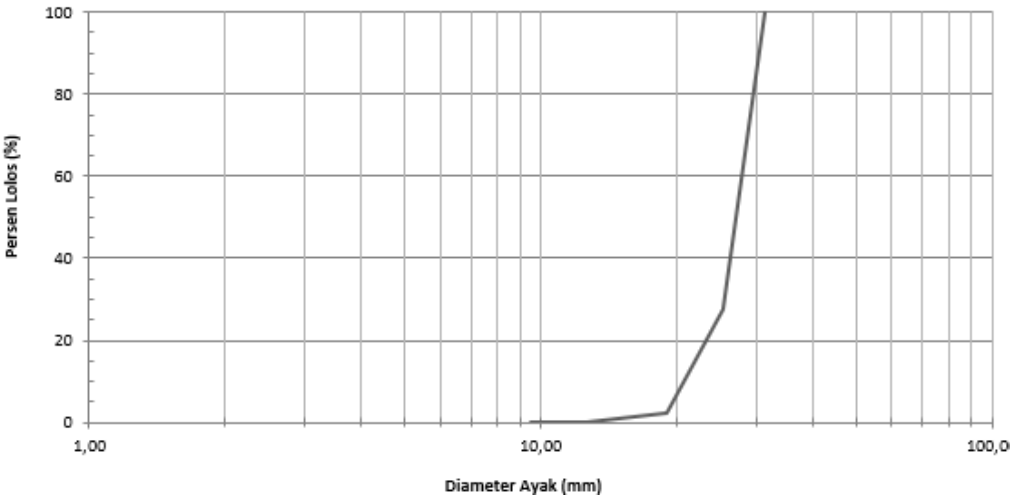
**Tabel 2** Pengujian bahan untuk agregat halus dan agregat kasar

| Pengujian Bahan | Agg.Halus | Agg.Kasar |
|---|---|---|
| Berat Jenis SSD | 2,65 | 2,56 |
| Penyerapan | 0,45% | 0,45 |
| Gradasi | Zone 2 | - |
| Berat Volume | 1290 kg/m$^3$ | 1380 kg/m$^3$ |
| Kadar Air | 3,26% | 1,19% |
| Abrasi | - | 22,42% |

Berdasarkan Tabel 2 dikarenakan kaolin yang diambil langsung dari quarry digunakan dalam penelitian ini, dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian agregat halus hanya dilakukan pada pasir. Hal ini dikarenakan orang-orang di desa menggunakan kaolin dalam campuran beton untuk mengetahui kekuatan sebenarnya kaolin sebagai pengganti agregat halus.




**Gambar 2** Grafik uji gradasi pasir




**Gambar 3** Grafik uji gradasi kerikil

## B. Pelaksanaan Pembuatan Job Mix Formula

Berdasarkan data dari hasil perencanaan campuran beton menunjukkan bahan apa yang diperlukan untuk membuat benda uji kubus untuk masing-masing kelompok mutu rencana beton, yaitu K-250:

**Tabel 3** Komposisi campuran per 1 sak semen (50 kg) untuk K-250

| No | fc' (Mpa) | Jumlah Kebutuhan Bahan | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Semen (kg) | Pasir (kg) | Kerikil (kg) | Air (l) |
| 1 | 20 | 50 | 50,25 | 117,25 | 19,78 |

## C. Pelaksanaan Pembuatan Job Mix Formula

Pada **Tabel 4** dapat dilihat hasil dari nilai kuat tekan beton rata-rata untuk masing-masing jenis beton di usia 28 hari adalah sebagai berikut:

**Tabel 4** Hasil uji kuat tekan beton campuran kaolin 0%

| **Kaolin 0%** | **Berat (kg)** | **Gaya Tekan (kg)** | **Kuat Tekan (kg/cm$^2$)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 7,90 | 86787 | 385,72 |
| 2 | 8,10 | 84093 | 373,75 |
| 3 | 7,90 | 85044 | 377,97 |
| | | Σ | 1137,44 |

$$\sigma_{bm}' = \sum_{1}^{n} \frac{\sigma b'}{n} \quad = 379{,}1 \text{ kg/cm}^2$$

$$SD = \sqrt{\sum_{1}^{n} \frac{(\sigma b' - \sigma_{bm}')^2}{n-1}} \quad = 6{,}072 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk}' = \sigma_{bm}' - \frac{\text{ti x } SD}{\sqrt{n}} \quad = 368{,}8 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabel 5** Hasil Uji Kuat Tekan Beton campuran Kaolin 25%

| **Kaolin 25%** | **Berat (kg)** | **Gaya Tekan (kg)** | **Kuat Tekan (kg/cm$^2$)** |
|---|---|---|---|
| 1 | 7,80 | 88716 | 394,29 |
| 2 | 7,80 | 88935 | 395,27 |
| 3 | 7,80 | 62269 | 276,75 |
| | | Σ | 1066,31 |

$$\sigma_{bm}' = \sum_{1}^{n} \frac{\sigma b'}{n} \quad = 355{,}4 \text{ kg/cm}^2$$

$$SD = \sqrt{\sum_{1}^{n} \frac{(\sigma b' - \sigma_{bm}')^2}{n-1}} \quad = 68{,}4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk}' = \sigma_{bm}' - \frac{\text{ti x } SD}{\sqrt{n}} \quad = 239{,}76 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabel 6** Hasil uji kuat tekan beton campuran Kaolin 50%

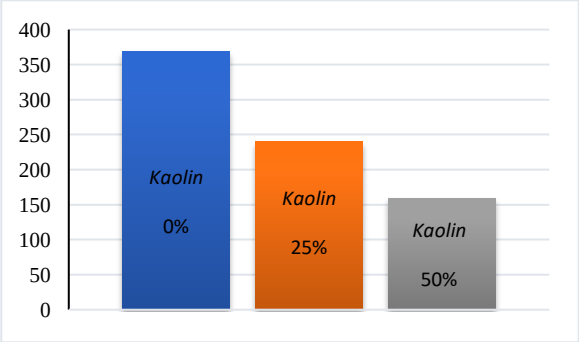
| Kaolin 50% | Berat (kg) | Gaya Tekan (kg) | Kuat Tekan (kg/cm$^2$) |
|---|---|---|---|
| 1 | 7,40 | 61766 | 274,51 |
| 2 | 7,50 | 44714 | 198,73 |
| 3 | 7,40 | 72520 | 322,31 |
| | | Σ | 795,55 |

$$\sigma_{bm}' = \sum_{1}^{n} \frac{\sigma b'}{n} \quad = 265{,}2 \text{ kg/cm}^2$$

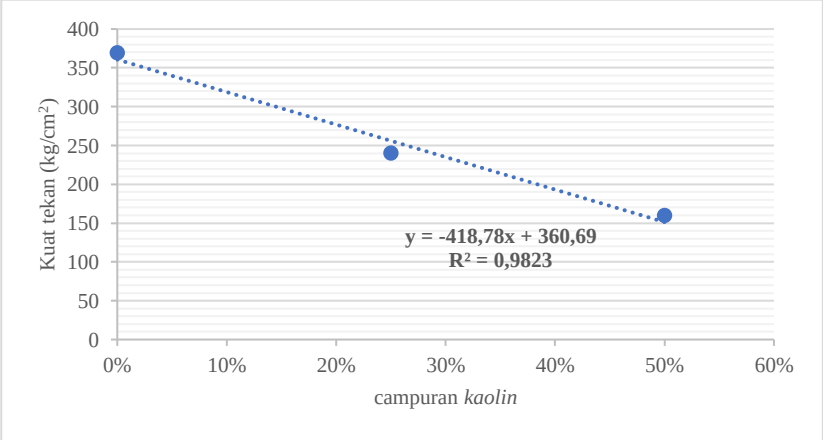
$$SD = \sqrt{\sum_{1}^{n} \frac{(\sigma b' - \sigma_{bm}')^2}{n-1}} \quad = 62{,}31 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bk}' = \sigma_{bm}' - \frac{\text{ti x } SD}{\sqrt{n}} \quad = 159{,}41 \text{ kg/cm}^2$$

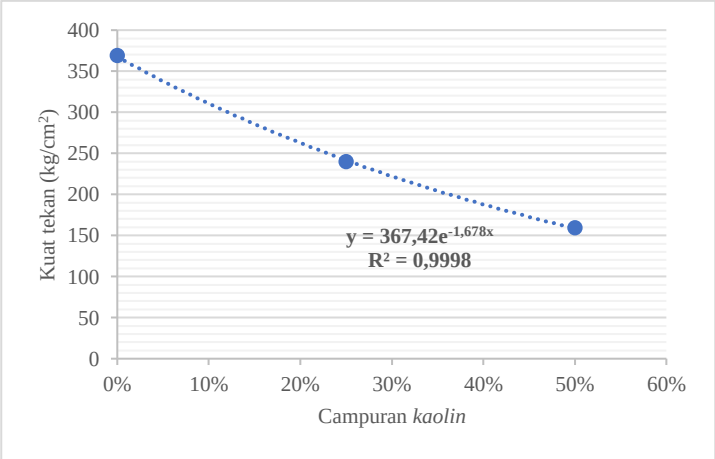
Berdasarkan uji kuat tekan beton diperoleh hasil kuat tekan rata-rata yang bervasiasi untuk setiap kelompok beton yang direncanakan pada setiap kadar campuran kaolin. Untuk perbandingan kuat tekan pada setiap campuran beton dan model regersi hubungan kuat tekan dengan kadar campuran kaolin dapat dilihat pada grafik berikut:




**Gambar 4** Grafik hasil uji kuat tekan rata-rata




**Gambar 5** Model regresi linier hubungan kuat tekan dengan kadar campuran kaolin




**Gambar 6** Model regresi nonlinier hubungan kuat tekan dengan kadar campuran kaolin

**Gambar 4** menunjukkan hasil nilai kuat tekan beton dengan campuran kaolin bervariasi akan tetapi terjadi trend penurunan pada setiap penambahan kadar campuran kaolin. Berdasarkan hasil tersebut, nilai kuat tekan beton dengan campuran kaolin 0% memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan nilai kuat tekon beton dengan kadar campuran lainnya yaitu sebesar 368,8 kg/cm$^2$. Pada mutu beton dengan campuran kaolin 25% nilai mutu beton terjadi penurunan menjadi sebesar 239,76 kg/cm$^2$, dan pada campuran beton dengan kadar kolin 50% nilai kuat tekan beton menjadi sebesar 159,41 kg/cm$^2$.

**Gambar 5** menunjukkan hasil model regresi linier sederhana yang digunakan. Persamaan tersebut menunjukkan adanya penurunan jumlah variabel terikat yang didasarkan pada variabel bebas dengan ditunjukkan oleh nilai minus pada koefisien regresi. Oleh karena itu, menambahkan lebih banyak campuran kaolin akan menyebabkan nilai mutu beton menurun. Selain itu, koefisien determinasi R2 adalah 0,9823, yang hampir sama dengan satu, menunjukkan hubungan yang kuat antara campuran kaolin dan mutu beton. Lebih lanjut, koefisien tersebut juga menunjukkan bahwa pengaruh campuran kaolin terhadap penurunan nilai kuat tekan beton adalah 98,23%.

Model regresi non-linier—model regresi polinomial orde 2—dengan koefisien determinasi R2 0,9998 ditunjukkan pada **Gambar 6**. Angka-angka ini sedikit lebih besar daripada hasil regresi linier. Koefisien menunjukkan pengaruh campuran kaolin terhadap penurunan nilai kuat tekan beton sebesar 99,98 persen, yang hampir sama dengan nilai satu, menunjukkan hubungan yang kuat antara campuran kaolin dan mutu beton.

Model hubungan tersebut dapat digunakan dalam memperkirakan penurunan nilai kuat tekan beton dengan menggunakan campuran kaolin sebagai bahan substitusi sebagian agregat halus.

## D. PEMBAHASAN

Dari **Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6** dapat dihitung presentase penurunan kekuatan beton dengan menggunakan kaolin sebagai pengganti agregat halus.

**Tabel 7** Tabulasi perhitungan presentase penurunan kuat tekan beton

| Campuran *Kaolin* | Kuat Tekan (kg/cm$^2$) | Selisih (kg/cm$^2$) | Presentase (%) |
|---|---|---|---|
| 0% | 368,8 | - | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25% | 239,76 | 129,04 | 34,99 |
| 50% | 159,41 | 209,39 | 56,77 |

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa persentase penurunan kekuatan beton dengan campuran kaolin terbesar terjadi pada campuran dengan menggunakan kaolin 50% dari kebutuhan agregat halus sebesar 56,77% dari kuat tekan beton dengan campuran normal. Dari model regresi linier mauapun non-linier juga didapat koefisien determinasi yang mendekati nilai 1, berarti keterkaitan antara campuran kaolin dengan penurunan nilai kuat tekan beton. Hubungan yang didapat yaitu semakin besar campuran kaolin yang digunakan berbanding lurus dengan besarnya presentase penurunan mutu beton.

Penurunan mutu beton ini dapat disebakan oleh kadar lumpur yang ada pada kaolin. Kaolin merupakan tanah liat yang mengandung mineral kaolinit yang sangat besar dan termasuk jenis tanah liat primer; dan termasuk salah satu mineral tanah liat (lempung) yang mengandung beberapa lapis aluminium silikat (Rivai, Martini, & Kusuma, 2021). Sedangkan kadar lumpur yang tinggi dapat menyebabkan berkurangnya pengikat antar agregat yang mana mengakibatkan campuran beton sulit untuk dikerjakan sehingga kualitas beton yang dihasilkan akan menurun (Fantika, et al., 2023).

Penurunan kuat tekan beton juga dapat disebakan oleh gradasi kaolin yang tidak memenuhi syarat gradasi dan Modulus Halus Butir (MHB) untuk aggregat halus yang digunakan pada campuran beton. Semakin halus agregat yang digunakan dalam campuran, semakin banyak semen yang dibutuhkan. Semakin tinggi rasio kebutuhan air semen (FAS) dari campuran, semakin sedikit kekutan beton (Haniza, 2016).

## 4. PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan setelah 28 hari, nilai kuat tekan beton rata-rata untuk campuran kaolin 0% adalah 368,8 kg/cm$^2$, 25% adalah 239,76 kg/cm$^2$, dan 50% adalah 159,41 kg/cm$^2$.

Persentase optimum kaolin yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi dari agregat halus dalam pembuatan beton adalah dengan persentase nol.

Persamaan y = -418,78x + 360,69 dengan nilai $R^2$ = 0,9823 adalah model regresi linier yang dihasilkan. Sedangkan persamaan y = 367,42 $e^{-1,678x}$ dengan nilai $R^2$ = 0,9998 merupakan model regresi berbentuk regresi non-linier.

Gradasi, kandungan, dan sifat senyawa kaolin harus dipelajari lebih lanjut untuk menentukan apakah kaolin dapat diaplikasikan sebagai bahan substitusi agregat halus dalam campuran pembuatan beton. Di dalam penelitian ini, peneliti menggunakan kaolin asli sebagai bahan substitusi agregat halus untuk mengetahui kekuatan sebenarnya yang diperoleh oleh kaolin. Hasilnya menunjukkan bahwa ketika prosentase campuran kaolin meningkat pada beton normal, kuat tekannya menurun.

Adapun saran untuk percobaan selanjutnya dapat digunakan *kaolin* yang dicuci terlebih dahulu untuk mengurasi kadar lumpur yang terkandung dalam *kaolin*. Validasi harus dilakukan untuk mengetahui apakah persamaan regresi yang dihasilkan penelitian akurat. Diharapkan dengan validasi ini, kita dapat mengetahui seberapa akurat model regresi yang dibuat.

## 5. DAFTAR PUSTAKA


Cornelis, R., Hunggurami, E., & Tokang, N. Y. (2014). KAJIAN KUAT TEKAN BETON PASCA BAKAR DENGAN DAN TANPA PERENDAMAN BERDASARKAN VARIASI MUTU BETON. *Jurnal Teknik Sipil*, 161-172.

Fantika, R. D., Mahardana, Z. B., Lailiya, H., Nisa, K., Fahmi, M. I., Ardianto, R. P., & Widyakrama, O. T. (2023). MENINGKATKAN KAPASITAS KUAT TEKAN BETON DENGAN KENDALA KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS. *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, 190-201.

Haniza, S. (2016). PENGARUH MODULUS HALUS BUTIR AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN BETON . *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, 43-51.

Hunggurami, E., Simatupang, P. H., & Lori, A. L. (2016). STUDI KELAYAKAN PENGGUNAAN TANAH PUTIH SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS (PASIR) TERHADAP KUALITAS BETON. *Jurnal Teknik Sipil*, 29-38.

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2002). *Design and Control of Concrete Mixtures: Fourteenth Edition.* Illinois: Portland Cement Association.

Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). *Concrete: Second Edition.* New Jersey: Prentice Hall.

Mulyono, T. (2018). *Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek.* Jakarta: Lembaga Pengembangan Pendidikan UNJ.

Murdock, L. J., Brook, K. M., & Hindarko, S. (1991). *Bahan dan Praktek Beton.* Jakarta: Erlangga.

Rivai, M. A., Martini, R. S., & Kusuma, E. D. (2021). PENGARUH PENAMBAHANAN METAKAOLIN DAN SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TEKAN BETON PADA MUTU K-400. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 43-49.

Sagel, R., Kole, P., & Kusuma, G. H. (1997). *Pedoman Pengajaran Beton: Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03.* Jakarta: Erlangga.

*SNI 03-1968-1990 tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar.* (1990). Jakarta: BSN.

*SNI 03-1969-1990 tentang Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.* (1990). Jakarta: BSN.

*SNI 03-1970-1990 tentang Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.* (1990). Jakarta: BSN.

*SNI 03-2417-1991 tentang Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.* (1991). Jakarta: BSN.

*SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.* (2019). Jakarta: BSN.

Sutikno. (2003). *Panduan Praktek Beton.* Surabaya: University Press IKIP Surabaya.