

ANALISIS KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI BERBAHAN AGREGAT LOKAL

Sandy Oktavian¹

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro¹,

E-mail : sandyoktavian15@gmail.com¹

ABSTRAK

Untuk dapat mengetahui mutu dari beton maka beton yang sudah dicetak harus dilakukan pengujian. Ada beberapa macam metode pengujian beton, yang pertama adalah Kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Kuat Tekan Beton menggambarkan mutu dari beton tersebut, kuat tarik belah beton menggambarkan kekuatan tarik dari beton tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil dan peningkatan nilai kuat tarik belah beton dan pengujian kuat tekan beton mutu rencana f_c 29,05 dan menganalisis hubungan pengujian kuat tarik belah beton dan pengujian kuat tekan beton mutu rencana f_c 29,05 MPa pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan agregat kasar tanjungan, metode pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dilakukan setelah beton berumur 7, 14 dan 28 hari dengan jumlah 18 sampel beton. Hasil analisis hubungan antara kuat tekan beton dengan kuat tarik belah beton dengan menggunakan metode analisis regresi, didapatkan persamaan nilai korelasi antara kuat tekan beton (MPa) terhadap kuat tekan beton, dengan Y adalah nilai kuat tarik belah beton (MPa) dan X adalah kuat tekan beton (MPa). Dari persamaan tersebut dapat diketahui bahwa terdapat variabel yang pengaruhnya cukup kuat dan positif. Didapatkan juga nilai persentase koefisien determinasi (R) yang menunjukkan korelasi antara variabel X dan Y menunjukkan cukup kuat yaitu sebesar 0,787 Dan juga didapatkan nilai R^2 cukup tinggi yaitu 61,90 % itu menunjukkan bahwa hubungan antara kuat tekan beton terhadap kuat tarik belah beton. sedangkan sisanya dipengaruhi variabel lain yang tidak termasuk dalam model regresi.

Kata Kunci : Kuat Tarik Belah Beton, Kuat Tekan Beton

PENDAHULUAN

Beton kinerja tinggi karena memiliki sifat - sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan beton normal. Adapun keunggulan beton mutu tinggi dibandingkan dengan beton normal antara lain kekuatan tekannya yang tinggi sehingga dimensi dari elemen struktur dapat menjadi lebih ramping. Beton mutu tinggi sudah banyak diaplikasikan dalam berbagai ragam struktur, seperti gedung bertingkat, jembatan dengan bentang yang panjang, bendungan, apron, dermaga, cerobong, terowongan, dan lain sebagainya. Agregat merupakan bagian yang terbanyak dalam pembentukan beton

sedangkan semen dan air akan membentuk pasta yang akan mengikat agregat. Tugas perekat yaitu menghubungkan pasir atau kerikil dan mengisi lubang- lubang diantaranya. Tambahan air baru memungkinkan pengikat dan pengerasan dari perekat. Maka dari itu pasir merupakan salah satu bahan penting dalam untuk mendapatkan kuat tekan beton yang berkualitas. Daerah Gunung Sugih Lampung tengah, Provinsi Lampung merupakan tempat yang memiliki pasir alam dikarenakan daerah tersebut terdapat aliran sungai Way Seputih. Untuk itu peneliti ingin mengetahui kelayakan dari pasir alam yang berasal dari Gunung

Sugih sebagai bahan pembuat beton mutu tinggi. Hasil penelitian ini langsung dapat memberikan kontribusi penting dalam bidang keteknikan di Propinsi Lampung karena menggunakan bahan-bahan lokal.

Di dalam pembuatan beton, salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton adalah Faktor Air Semen (FAS). Faktor Air Semen (FAS) adalah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Dalam penelitian ini pembuatan beton nilai FAS nya lebih kecil dari 0,4 dengan harapan akan dapat menambah kekuatan dari beton sendiri.

Dalam penelitian ini peneliti merencanakan membuat beton mutu tinggi dengan kuat tekan rencana $F'c$ 37,35 MPa dengan berbahan agregat lokal (pasir alam) yang berasal dari Gunung Sugih. Dalam penelitian ini peneliti membuat sampel sebanyak 18 buah, yang akan diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Perawatan yang peneliti rencanakan terhadap benda uji menggunakan metode perendaman. Dengan penelitian ini diharapkan bertambahnya pengetahuan mengenai kelayakan dari agregat lokal (Gunung Sugih) terhadap beton mutu tinggi dengan rencana mutu $F'c$ 37,35 MPa.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Secara umum, perkembangan teknologi semakin maju di segala bidang, termasuk di bidang konstruksi. Dalam bidang konstruksi, material konstruksi yang paling disukai dan paling sering dipakai adalah beton. Penggunaan beton merupakan pilihan utama karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan konstruksi. Beton merupakan bahan campuran antara semen portland, agregat kasar, agregat halus, air dan dengan bahan tambahan dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton. Pengerasan beton akan

segera terjadi karena adanya peristiwa ikatan antara air dengan semen, dimana massa beton akan bertambah kuat seiring dengan bertambahnya umur beton.

Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (*Standar Nasional Indonesia*), ASTM (*American Society for testing and Materials*), dan Penggunaan bahan tambahan dalam sebuah campuran beton tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan kereteristik tertentu dari beton yang dihasilkan, masih kecenderungan perubahan komposisi dalam berat volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Perencanaan Campuran Beton (Mix Desain)

Campuran beton merupakan perpaduan dari material penyusunnya karekteristik dan sifat bahan akan mempengaruhi hasil rancangan Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan - bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proposi campuran dapat memenuhi syarat teknis serta ekonomis. Metode yang digunakan untuk perancangan campuran beton pada penelitian ini menggunakan metode SNI (7656 2012).

Adapun langkah-langkah sebagai berikut :

- Penetapan kuat tekan yang diisyaratkan ($f'c$) pada umur tertentu
- Penetapan deviasi standar (s)
- Perhitungan nilai tambah (margin)
- Menetapkan kuat tekan yang direncanakan
- Penetapan jenis semen

- f. Penetapan jenis agregat
- g. Menetapkan faktor air semen maksimum,
- h. Menetapkan nilai slump yang diinginkan
- i. Menetapkan besar butir agregat maksimum
- j. Menetapkan jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis slump yang diinginkan
- k. Menghitung berat semen yang diperlukan
- l. Kebutuhan semen minimum
- m. Penyesuaian kebutuhan semen
- n. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen jika ada perubahan
- o. Penentuan daerah gradasi agregat halus
- p. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar, Penetapan dilakukan berdasarkan pada besar butir maksimum agregat kasar, nilai, slump, faktor air semen dan gradasi agregat halus.
- q. Berat jenis agregat campuran
- r. Menghitung berat agregat kasar

Pembuatan Benda Uji Beton

Pada pembuatan benda uji ada beberapa langkah pekerjaan harus dilakukan dengan sungguh-sungguh dan teliti. Benda uji yang digunakan yaitu benda uji silinder sebanyak 18 sampel untuk masing-masing pengujian yaitu 9 sampel untuk diuji kuat tekannya dan 9 sampel diuji kuat tarik belah beton. Material yang akan dipakai untuk membuat benda uji terlebih dahulu ditimbang sesuai dengan rancangan yang telah dihasilkan, Adapun Tahap pembuatan benda uji dilakukan sebagai berikut adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan cetakan silinder
- b. Memberikan pelumas pada permukaan dinding bagian dalam dan alas bagian dalam cetakan
- c. Penakaran (Penimbangan) bahan-bahan untuk pembuatan beton, seperti semen, agregat halus (pasir), agregat

kasar (batu pecah), dan Timbangan yang di gunakan dalam pembuatan benda uji adalah timbangan digital. Penggunaan timbangan digital dapat meminimalisasi kesalahan dan mengefektifkan waktu. Angka yang ditunjukkan timbangan digital mendekati akurat dalam penimbangan material.

- d. Siapkan agregat-agregat yang akan di aduk
- e. Masukkan agregat pasir, dan semen terlebih dahulu dan memutar mesin pengaduk.
- f. Masukkan agregat kasar dan putar kembali sampai campuran merata
- g. Masukkan air sedikit demi sedikit untuk mengatur sesuai dengan Slump yang diinginkan.
- h. Ukur Slump sesuai dengan SNI 03-1972-2008
- i. Masukkan adukan beton ke dalam silinder
- j. Selanjutnya dilakukan pemadatan adukan dengan menusuk besi pemadat sebanyak 25 tusukan pada setiap lapisan adukan .
- k. ratakan permukaan beton dan licinkan sesuai dengan metode yang disyaratkan. Jika tidak ada pekerjaan akhir yang disyaratkan, ratakan permukaan dengan perata kayu atau magnesium. Lakukan semua pekerjaan akhir dengan gangguan minimum yang diperlukan untuk menghasilkan permukaan yang datar dan rata dimana sejajar dengan sisi cetakan dan tidak ada lekukan atau tonjolan yang lebih dari 3,2 mm.
- l. Kemudian cetakan dibuka setelah berumur 24 jam dilakukan perawatan dengan cara direndam untuk mempertahankan kelembaban benda uji

Peralatan yang digunakan:

- a. Cetakan beton silinder
Cetakan beton silinder menggunakan ukuran 150 mm x 300 mm yang digunakan untuk mencetak benda uji.
- b. Mesin pengaduk beton (*Concrete*

mixer) Concrete mixer yang digunakan memiliki kapasitas 0,125 m³ dengan kecepatan 20-30 putaran per menit yang digerakkan dengan menggunakan diesel. Alat ini digunakan untuk mengaduk bahan campuran beton.

- c. Mesin getar dalam (*Internal vibrator*)
- d. *Internal vibrator* digunakan untuk memadatkan adukan beton pada saat memasukkan adukan beton ke dalam cetakan. Tujuannya untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal serta menjamin suatu perekatan antar material penyusun beton.
- e. Kerucut Abrams
Kerucut Abrams beserta landasan pelat baja dan tongkat besi digunakan untuk mengukur konsistensi atau secara sederhana workability adukan dengan percobaan *slump test*. Ukuran kerucut Abrams adalah diameter bawah 200 mm dan diameter bagian atas 100 mm dengan tinggi 300 mm.
- f. Alat bantu
Alat bantu yang digunakan diantaranya adalah cetok semen, mistar, tongkat pemadat, alat *extensometer*

Slump Test Beton

Nilai slump adalah nilai yang diperoleh dari hasil uji slump dengan cara beton diisi ke dalam suatu corong baja berupa kerucut terpancung, kemudian bejana ditarik ke atas sehingga beton meleleh kebawah. Besar penurunan permukaan beton segar diukur dan disebut nilai slump. Makin besar nilai slump, maka beton makin encer berarti semakin mudah untuk dikerjakan. Pengukuran

slump harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti. Uji Slump test dilakukan dengan panduan (SNI-03-1972 1990).

Tahapan slump dilakukan sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan peralatan dan benda uji (adukan beton)
- b. Membasahkan kerucut dan papan landasan
- c. Mengisi adukan ke dalam kerucut
- d. Melakukan pemadatan adukan dengan melakukan tusukan sebanyak 25 kali menggunakan besi penusuk pada setiap lapisan beton dengan tinggi 1/3 dari tinggi kerucut (terdapat 3 lapisan)
- e. Melepaskan kerucut dari adukan dengan mengangkat secara perlahan dan diletakan dengan posisi terbalik disamping adukan
- f. Memperoleh nilai slump, dengan mengukur selisih tinggi adukan dengan kerucut.

Perawatan Beton (Curing)

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai final setting, dengan arti perawatan Beton dilakukan saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Perawatan ini dilakukan, agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. (SNI-4817-2008 2008). Perawatan dilakukan minimal umur beton 7 (tujuh) hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 (tiga) hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan perawatan dipercepat (SNI-03-2847 2002). Perawatan ini tidak hanya untuk mendapatkan kekuatan beton saja, tetapi juga untuk memperbaiki mutu

dari keawetan beton, kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap arus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990 Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberi beban ke benda uji silinder 150 mm x 300 mm mengacu pada SNI, ACI. Dan juga bisa menggunakan benda uji kubus 150 mm x 150 mm mengacu pada standar Inggris. Sifat utama beton adalah memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur (Mulyono, 2004). Kualitasnya atau mutu beton tergantung pada kuat tekan beton yang dihasilkan, bila kuat tekan beton yang dihasilkan semakin tinggi maka mutu beton tersebut akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Mutu beton selalu di gambarkan sebagai kuat tekan beton yaitu, efektif menahan kuat tekan yang tinggi. Semakin tinggi kekuatan beton yang di kehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang di hasilkan. Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus.

Oleh karena itu, untuk memperoleh mutu beton yang tinggi dilakukan tes atau uji kekuatan beton yang di namakan *Compressive Test* atau Uji Kuat Tekan. Mutu beton menurut standar yang berlaku dinyatakan dalam f_c' dengan satuan MPa (Mega Pascal) di mana $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$. Kuat Tekan Beton dapat dicari dengan persamaan, sebagai berikut :

$$f_c' = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

f_c' = Kuat Tekan (Kg/cm²)

P = Beban Maksimum (N)

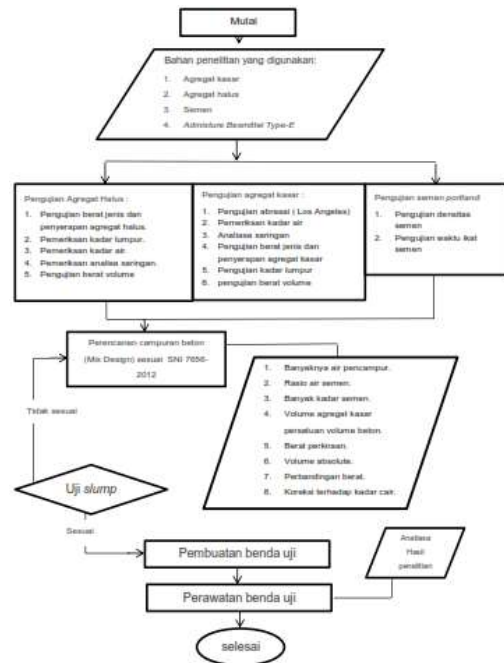
A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

METODE PENELITIAN

Gambaran Umum

Desain dalam penelitian ini menggunakan metode adalah dengan cara membuat benda uji di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung. Dimana penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Beton yang diuji adalah beton normal. Dan diuji menggunakan metode pengujian kuat tekan dan dilakukan setelah beton berumur 7,14 dan 28 hari. Dengan jumlah 18 sampel beton, dengan mutu super tinggi. Diharapkan dapat diketahui hubungan antara nilai kuat tekan tidak langsung beton mutu super tinggi pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan benda uji silinder.

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian (Sandy Oktavian ,2021)

Teknik Sampling

Teknik sampling adalah suatu pengambilan sampel, untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Dengan cara memahami sifat material atau bahan yang akan digunakan

untuk membuat beton. Selain itu, juga dengan cara membaca literatur untuk mengetahui karakteristik bahan material pembentuk beton. Sehingga karakteristik sampel menunjukkan sifat dan karakteristik material yang diuji dan dapat menghasilkan gambaran yang dapat dipercaya dari seluruh populasi yang diteliti. Alat ukur dan metode pengambilan sampel dapat mengikuti aturan statistik.

Tahapan

Berikut ini adalah langkah-langkah pelaksanaan penelitian:

Penyediaan bahan penyusun beton seperti: semen, agregat halus, agregat kasar, dan air meliputi:

1. Pemeriksaan agregat kasar menggunakan Metode SNI T-1990-03. (SNI-03-1971, 1990)
 - a. Analisa saringan
 - b. Kadar air
 - c. Berat Volume
 - d. Berat jenis dan Penyerapan air
 - e. Uji Keausan Agregat
2. Pemeriksaan agregat halus menggunakan Metode SNI T-15-1990-03. (SNI-03-1971 1990)
 - a. Analisa saringan
 - b. Kadar air
 - c. Berat Volume
 - d. Berat jenis dan Penyerapan air
3. Pengujian Densitas Semen menggunakan metode SNI 2531:2015
4. Pengujian waktu ikat semen menggunakan metode SNI 15-2049-2004
5. Mix Design (Perencanaan campuran beton) menggunakan metode SNI 7656-2012.
6. Pengujian slump test beton menggunakan metode SNI 1978-2008
7. Pembuatan benda uji beton (Silinder)
8. Perawatan beton dengan cara perendaman dalam air
9. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah benda uji beton (SNI) pada umur 7, 14 dan 28 hari

10. Pengolahan dan analisis data dari hasil pengujian benda uji beton umur 7, 14 dan 28 hari.

Metode yang digunakan dalam perencanaan ini adalah metode SNI. Berikut ini data-data Standarisasi perhitungan campuran beton menggunakan SNI. dalam penelitian ini benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data adalah teknik atau cara yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi serta fakta pendukung yang ada di lapangan untuk keperluan penelitian. Teknik pengumpulan data tentu sangat ditentukan oleh metode penelitian yang di ambil atau dipilih oleh peneliti.

1. Teknik Observasi, (Tersiana 2018), observasi adalah proses pengamatan menyeluruh dan mencermati perilaku pada kondisi tertentu. Pada dasarnya, observasi bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas, individu, serta makna kejadian berdasarkan perspektif individu.
2. Teknik Dokumentasi, Menurut (Sugiyono 2001), dokumentasi merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bias berbentuk tulisan, gambar, atau karya monumental dari seorang.

Instrumen Penelitian

Pengujian dilakukan dilaboratorium Teknik sipil, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian berat jenis dan waktu ikat semen, berat jenis dan penyerapan agregat, kadar lumpur agregat, pengujian analisa saringan, persentase keausan agregat, Slump test beton, Perawatan beton, dan pengujian kuat tekan beton.

HASIL PENELITIAN

Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi, berumur 7, 14 dan 28 hari dengan sample selinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dimana beton yang diuji merupakan beton dengan kondisi normal. Penelitian ini akan menggunakan beton terhadap kebutuhan air. Dari hasil penelitian terhadap beton yang di eksperimentalkan, diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan persentase penambahan air yang diberikan terhadap kuat tekan beton.

Pengujian Bahan

Tabel. 1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

| NO | Kegiatan | Sampel A (gram) | Sampel B (gram) | Sampel C (gram) | |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1 | Berat jenis permukaan Kondisi Kering (500) | 500,08 | 500,02 | 500 | |
| 2 | Berat pasir + pikno + air (Bt) | 976,3 | 973,64 | 975,7 | |
| 3 | Berat Pikno + Air (B) | 660,77 | 660,77 | 668,5 | |
| 4 | Berat Pasir Setelah Di Oven (Bk) | 492,06 | 494,25 | 494,5 | |
| 5 | Berat jenis bulk Bk / (B+500-Bt) | 2,667 | 2,641 | 2,565 | 2,624 |
| 6 | Berat jenis kering permukaan jenuh (Kondisi Kering) 500 / (B+500-Bt) | 2,710 | 2,672 | 2,593 | 2,659 |
| 7 | Berat jenis semu BK / (B + BK - Bt) | 2,787 | 2,725 | 2,640 | 2,717 |
| 8 | Penyerapan (B - Bk) / Bk x 100% | 1,630 | 1,167 | 1,112 | 1,303 |
| Didapat berat jenis agregat halus = 2,66 | | | | | |
| (Sandy Oktavian, 2021) | | | | | |

Dari hasil perhitungan berat jenis pasir Kondisi Kering didapat 2.659 gr/cm³ menunjukkan bahwa pasir dari Sungai Gunung Sugih yang digunakan untuk penelitian tidak dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih di bawah batas yang diijinkan yaitu antara 2,40 sampai 2,90 gr/cm³. Serta penyerapan agregat halus pasir Sungai Gunung Sugih sebesar 1,303%.

Tabel 2. Pengujian Kandungan Lumpur Dalam Agregat Halus

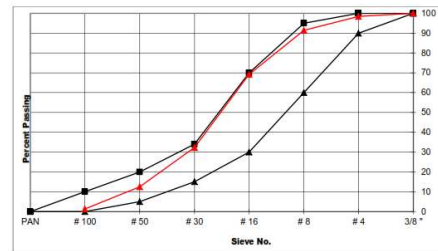
| NO | Kegiatan | Sampel A (gram) | Sampel B (gram) | Sampel C (gram) |
|------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Mengukur berat pasir awal (A) (gr) | 1000,39 | 1000,12 | 1000,74 |
| 2 | Mengukur berat jenis pasir setelah dicuci (B) (gr) | 985,90 | 982,70 | 987,12 |
| 3 | Persentase kadar lumpur B / (A+B) 100% | 1,47 | 1,77 | 1,38 |
| 4 | Persentase kadar lumpur rata-rata | 1,54 | | |
| (Sandy Oktavian, 2021) | | | | |

Dari hasil uji kadar lumpur dengan cara ayakan nomor 200 di dapat kandungan lumpurnya 1,54 %. Nilai ini sudah memenuhi syarat yang diizinkan, yaitu max 5 %.

Tabel 3. Pengujian Modulus Halus Butiran Pasir (MHB)

| ASTM SIEVE | Inch/No. | mm | Weight Retained | Accumul. Retained | Accumul. Retained | Passing | Specification SNI.T-15-1990-03 | |
|------------------------|----------|----|-----------------|-------------------|-------------------|---------|--------------------------------|-----|
| | | | (gr) | (gr) | (%) | (%) | Min | Max |
| 3/8" | 9.5 | | 0 | 0 | 0.0 | 100 | 100. | 100 |
| # 4 | 4.75 | | 30.47 | 1.5 | 1.5 | 98.5 | 90. | 100 |
| # 8 | 2.36 | | 140.05 | 7.0 | 6.6 | 91.4 | 60. | 95 |
| # 16 | 1.18 | | 442.12 | 22.2 | 30.8 | 69.1 | 30. | 70 |
| # 30 | 0.60 | | 730.16 | 36.7 | 67.5 | 32.4 | 15. | 34 |
| # 50 | 0.30 | | 395.16 | 20.1 | 87.6 | 12.4 | 5. | 20 |
| # 100 | 0.15 | | 220 | 11.1 | 98.6 | 1.4 | 0. | 10 |
| PAN | | | 27 | 1.4 | 100.0 | 0.0 | | |
| TOTAL | | | 1984.96 | | 3.54 | | | |
| FM | | | | | 3.54 | | | |
| (Sandy Oktavian, 2021) | | | | | | | | |

Catatan:
Faktor kehilangan gradasi pasir 0,75%



Gambar 1. Grafik gradasi pasir (Sandy Oktavian, 2021)

Catatan:
 ■ : Batas atas gradasi
 ▲ : Gradasi gabungan
 ▲ : Batas bawah gradasi

Gambar 2. Grafik Gradasi Pasir (Sandy Oktavian, 2021)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modulus halus butir pasir adalah 3,54. Dari hasil penelitian pasir tidak masuk pada keempat zona grafik batas gradasi pasir tersebut, akan tetapi dari keempat grafik batas gradasi pasir yang paling mendekati yaitu pada grafik gradasi pasir zona 1 yaitu pasir kasar dengan ukuran antara 2,9 - 3,2

Tabel 4. Pengujian Berat Volume Agregat Halus

| NO | KEGIATAN | SAMPEL A | SAMPEL B | SAMPEL C |
|-------------------------|--|----------|----------|----------|
| | | (Gram) | (Gram) | (Gram) |
| 1 | Berat wadah (gr) | | 142,6 | |
| 2 | Berat wadah + Agregat (gr) | 2208,9 | 2214,6 | 2206,3 |
| 3 | Berat Agregat (gr) | 2066,3 | 2214,6 | 2063,7 |
| 4 | Volume wadah (cm ³) | | 1885,0 | |
| 5 | Berat volume agregat (gr / cm ³) | 1,0962 | 1,0992 | 1,0948 |
| 6 | Berat volume agregat rata-rata (gr / cm ³) | 1,097 | | |
| (Sandy Oktavian, 2021). | | | | |

Dari hasil pengujian berat volume agregat halus didapat 1,096 (gram/cm³)

Tabel 5. Pengujian Kadar Air Agregat Halus

| NO | KEGIATAN | SAMPEL A | SAMPEL B | SAMPEL C | RATA-RATA |
|----|--|----------|----------|----------|-------------|
| 1 | Mengukur berat benda uji Awal (BA) (gram) | 1.000,14 | 1.000,10 | 1.000,26 | 1.000,17 |
| 2 | Mengukur berat benda uji kering oven (BO) (gram) | 943,33 | 940,23 | 942,67 | 942,08 |
| 3 | Persentase Kadar Air (BA - BO)/BA x 100 % (%) | 5,68 | 5,99 | 5,76 | 5,81 |

(Sandy Oktavian, 2021).

Dari hasil pengujian kadar air agregat halus didapatkan kadar air sebesar 6,186 %.

Tabel 6. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

| NO | KEGIATAN | SAMPEL A (Gram) | SAMPEL B (Gram) | SAMPEL C (Gram) |
|----|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Mengukur berat benda uji kering oven (BK) | 2.000,34 | 2.000,80 | 2.191 |
| 2 | Mengukur berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ) | 2.005,53 | 2.004,18 | 2.278 |
| 3 | Mengukur berat sampel dalam air (BA) | 1.041,44 | 1.049,68 | 1.370 |

(Sandy Oktavian, 2021).

Tabel 7. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

| NO | KEGIATAN | SAMPEL A (Gram) | SAMPEL B (Gram) | SAMPEL C (Gram) | RATA-RATA |
|----|---|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 | Berat jenis bulk BK / (BJ - BA) | 2,0748 | 2,0962 | 2,4128 | 2,1946 |
| 2 | Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) BJ / (BJ - BA) | 2,0802 | 2,0997 | 2,5090 | 2,2296 |
| 3 | Berat jenis semu BK / (BK - BA) | 2,0861 | 2,1036 | 2,6695 | 2,2864 |
| 4 | (BJ - BK) / BK x 100 % | 0,2595 | 0,1689 | 3,9852 | 1,4712 |

(Sandy Oktavian, 2021).

Dari hasil pengujian berat jenis diatas didapat berat jenis sebesar 2,2296 gr/cm³, diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,40 sampai 2,90 gr/cm³. Serta penyerapan agregat kasar sebesar 1,4712%.

Tabel 8. Hasil Analisis Gradasi Kerikil

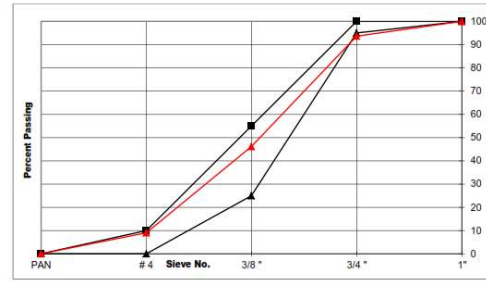
| ASTM SIEVE | Weight Retained (gr) | Accumul. Retained (gr) | Accumul. Retained (%) | Passing (%) |
|--------------|----------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| Inch/No. mm | | | | |
| 1" 38.1 | 0 | 0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" 19 | 122 | 122 | 6.3 | 93.7 |
| 3/8" 9.5 | 915 | 1037 | 53.8 | 46.2 |
| # 4 4.75 | 715 | 1752 | 90.9 | 9.1 |
| PAN | 175 | 1927 | 100.0 | 0.0 |
| TOTAL | 1927 | | | |
| FM | | | 2.511 | |

(Sandy Oktavian, 2021).

Catatan:

e-ISSN ; 2722-564X
p-ISSN ; 2722-5631

Faktor kehilangan gradasi agregat kasar 15,46%



Catatan:

- : Batas atas gradasi
- ▲ : Gradasi gabungan
- ▲ : Batas bawah gradasi

Gambar 3. Grafik Gradasi Kerikil (Sandy Oktavian, 2021)

Dari hasil pengujian analisa ayak agregat kasar didapat nilai modulus halus butirnya adalah 2,511.

Tabel 9. Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar

| NO | KEGIATAN | SAMPEL A | SAMPEL B | SAMPEL C |
|----|---|----------|----------|----------|
| 1 | Mengukur Berat Split Awal (A) (Gr) | 1000,31 | 1000,96 | 1000,62 |
| 2 | Mengukur Berat Split Setelah di Cuci (B) (Gr) | 980,35 | 981,75 | 980,62 |
| 3 | Persentase Kadar Lumpur B / (A + B) x 100 % (%) | 2,04 | 1,96 | 2,04 |
| 4 | Persentase Kadar Lumpur Rata-rata | | 2,01 | |

(Sandy Oktavian, 2021)

Dari hasil uji kadar lumpur dengan cara ayakan didapat kandungan lumpurnya sebesar 2,01 %..Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu max 1%..

Tabel 10. Pengujian Berat Volume Agregat Kasar

| NO | KEGIATAN | SAMPEL A (Gram) | SAMPEL B (Gram) | SAMPEL C (Gram) |
|----|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Berat Wadah | | 142,6 | |
| 2 | Berat Wadah + Agregat | 2913,3 | 2802,8 | 2795 |
| 3 | Berat Agregat | 2770,8 | 2660,2 | 2652,4 |
| 4 | Volume Wadah | | 1885,0 | |
| 5 | Berat Volume Agregat | 1,470 | 1,411 | 1,407 |
| 6 | Berat Volume Agregat Rata-rata (Gram/Cm ³) | | 1,429 | |

(Sandy Oktavian, 2021)

Dari hasil pengujian di dapat berat volume 1,429 (gram/cm³).

Tabel 11. Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

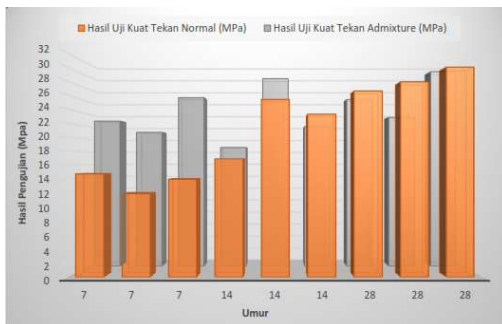
| No | Kegiatan | Sampel A | Sampel B | Sampel C | Rata-rata |
|----|--|----------|----------|----------|-----------|
| 1 | Mengukur berat benda uji awal (BA) (gr) | 1.000,08 | 1.000,05 | 1.000,22 | 1.000,12 |
| 2 | Mengukur berat benda uji kering oven (BO) (gr) | 943,35 | 940,27 | 993,51 | 959,04 |
| 3 | Persentase kadar air (BA – BO)/BA x 100% | 6,01 | 6,36 | 0,67 | 6,186 |

(Sandy Oktavian, 2021)

Tabel 12. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

| No | Slump Test (Cm) | Sampel | Perawatan (Hari) | Berat (Kg) | Load (KN) | Hasil Uji Kuat Tekan Normal (MPa) | Rata-Rata (Mpa) | Ket |
|----|-----------------|--------|------------------|------------|-----------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | | N 1 | 7 | 12 | 31,29 | 17,718 | | |
| 2 | 5 | N 2 | 7 | 12,5 | 25,28 | 14,313 | 16,28 | Beton Normal |
| 3 | | N 3 | 7 | 12,4 | 29,66 | 16,795 | | |
| 4 | | N 4 | 14 | 12,1 | 35,88 | 20,315 | | |
| 5 | 4,5 | N 5 | 14 | 12,2 | 53,92 | 30,531 | 26,28 | Beton Normal |
| 6 | | N 6 | 14 | 12,2 | 49,44 | 27,991 | | |
| 7 | | N 7 | 28 | 12,1 | 56,47 | 31,973 | | |
| 8 | 5 | N 8 | 28 | 12,2 | 59,23 | 33,532 | 33,86 | Beton Normal |
| 9 | | N 9 | 28 | 12,2 | 63,71 | 36,071 | | |
| 1 | | Adm 1 | 7 | 12,2 | 48,62 | 27,529 | | |
| 2 | 5 | Adm 2 | 7 | 12,2 | 44,85 | 25,394 | 28,30 | Beton Admixture |
| 3 | | Adm 3 | 7 | 12,2 | 56,47 | 31,973 | | |
| 4 | | Adm 4 | 14 | 12,4 | 39,76 | 24,240 | | |
| 5 | 4,5 | Adm 5 | 14 | 12,2 | 62,79 | 35,552 | 29,78 | Beton Admixture |
| 6 | | Adm 6 | 14 | 12,1 | 46,79 | 29,549 | | |
| 7 | | Adm 7 | 28 | 12,2 | 55,86 | 31,627 | | |
| 8 | 5 | Adm 8 | 28 | 12,2 | 49,85 | 28,222 | 32,24 | Beton Admixture |
| 9 | | Adm 9 | 28 | 12,2 | 65,14 | 36,879 | | |

(Sandy Oktavian, 2021)



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Sandy Oktavian, 2021)

Analisis Data

Tabel 13. Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal

| No | Slump Test (Cm) | Sampel | Perawatan (Hari) | Berat (Kg) | Load (Ton) | Hasil Uji Kuat Tekan (MPa) | Rata-Rata (Mpa) | Ket |
|----|-----------------|--------|------------------|------------|------------|----------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | | N 1 | 7 | 12 | 31,29 | 17,718 | | |
| 2 | 5 | N 2 | 7 | 12,5 | 25,28 | 14,313 | 16,28 | Beton Normal |
| 3 | | N 3 | 7 | 12,4 | 29,66 | 16,795 | | |
| 4 | | N 4 | 14 | 12,1 | 35,88 | 20,315 | | |
| 5 | 4,5 | N 5 | 14 | 12,2 | 53,92 | 30,531 | 26,28 | Beton Normal |
| 6 | | N 6 | 14 | 12,2 | 49,44 | 27,991 | | |
| 7 | | N 7 | 28 | 12,1 | 56,47 | 31,973 | | |
| 8 | 5 | N 8 | 28 | 12,2 | 59,23 | 33,532 | 33,86 | Beton Normal |
| 9 | | N 9 | 28 | 12,2 | 63,71 | 36,071 | | |

(Sandy Oktavian, 2021)

Tabel 14. Tabel Kuat Tekan Beton

| No | Slump Test (Cm) | Sampel | Perawatan (Hari) | Berat (Kg) | Load (Ton) | Hasil Uji Kuat Tekan (MPa) | Rata-Rata (Mpa) | Ket |
|----|-----------------|--------|------------------|------------|------------|----------------------------|-----------------|-----------|
| 1 | | Adm 1 | 7 | 12,2 | 48,62 | 27,529 | | |
| 2 | 5 | Adm 2 | 7 | 12,2 | 44,85 | 25,394 | 28,30 | Beton Adm |
| 3 | | Adm 3 | 7 | 12,2 | 56,47 | 31,973 | | |
| 4 | | Adm 4 | 14 | 12,4 | 39,76 | 24,240 | | |
| 5 | 4,5 | Adm 5 | 14 | 12,2 | 62,79 | 35,552 | 29,78 | Beton Adm |
| 6 | | Adm 6 | 14 | 12,1 | 46,79 | 29,549 | | |
| 7 | | Adm 7 | 28 | 12,2 | 55,86 | 31,627 | | |
| 8 | 5 | Adm 8 | 28 | 12,2 | 49,85 | 28,222 | 32,24 | Beton Adm |
| 9 | | Adm 9 | 28 | 12,2 | 65,14 | 36,879 | | |

(Sandy Oktavian, 2021)

Dari hasil uji kuat tekan didapat hasil rata-rata kuat tekan beton diumur 7 hari ialah sebesar $F'c$ 21,96 MPa, kemudian untuk kuat tekan rata-rata diumur 14 hari ialah sebesar $F'c$ 23,39 MPa, dan untuk kuat tekan beton diumur 28 hari mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar $F'c$ 28,43 MPa.



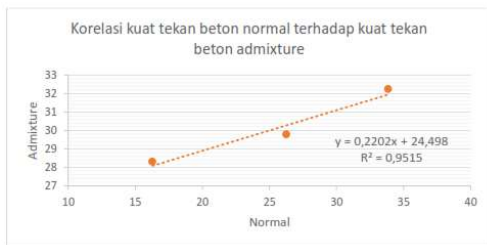
Gambar 5. Regresi Antara Umur Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Sandy Oktavian, 2021)

Hasil analisis regresi linear sederhana menggunakan Microsoft Excel dapat dilihat bahwa nilai positif pada koefisien regresi. Artinya jika umur bertambah akan menyebabkan kenaikan pada nilai kuat tekan beton normal. Selanjutnya diperoleh hasil model linier $y = 12,49 + 0,7949x$ dan Koefisien korelasi (r) yang didapat adalah 0,964. Indikasi itu menunjukkan hubungan antara umur beton terhadap kuat tekan beton sangat kuat. Karena nilainya terletak antara 0,9 – 1. Koefisien determinasinya adalah $R = r^2 = 0,9291$ atau 92,91%. Mengindikasikan bahwa Nilai variabel terikat (nilai kuat tekan beton normal) dipengaruhi oleh 92,91% nilai variabel bebas (Umur Beton) dan 7,09% ditentukan oleh faktor lain.



Gambar 6. Regresi Antara Umur Terhadap Kuat Tekan Beton Admixture (Sandy Oktavian, 2021)

Hasil analisis regresi linear sederhana menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat bahwa nilai positif pada koefisien regresi. Artinya jika umur bertambah akan menyebabkan kenaikan pada nilai kuat tekan beton *admixture*. Selanjutnya diperoleh hasil model linier $y = 27,07 + 0,1859x$ dan Koefisien korelasi (r) yang didapat adalah 0,9988. Indikasi itu menunjukkan hubungan antara umur beton terhadap kuat tekan beton sangat kuat. Karena nilainya terletak antara 0,9 – 1. Koefisien determinasinya adalah $R = r^2 = 0,9977$ atau 99,77%. Mengindikasikan bahwa Nilai variabel terikat (nilai kuat tekan beton *admixture*) dipengaruhi oleh 99,77% nilai variabel bebas (Umur Beton) dan 0,23% ditentukan oleh faktor lain.



Gambar 7. Regresi Kuat Tekan Beton Normal Terhadap *Admixture* (Sandy Oktavian, 2021)

Hasil analisis regresi linear sederhana menggunakan *Microsoft Excel* dapat dilihat bahwa nilai positif pada koefisien regresi. Artinya jika kuat tekan beton normal bertambah akan menyebabkan kenaikan pada nilai kuat tekan beton *admixture*. Selanjutnya diperoleh hasil model linier $y = 24,498 + 0,2202x$ dan Koefisien korelasi (r) yang didapat dari hasil perhitungan menggunakan software SPSS Statistik Versi 25 adalah 0,975. Indikasi itu menunjukkan hubungan antara kuat tekan beton normal terhadap kuat tekan beton *admixture*. Koefisien determinasinya adalah $R = r^2 = 0,9515$ atau 95,15%. Mengindikasikan bahwa Nilai variabel terikat (nilai kuat tekan beton *admixture*) dipengaruhi oleh 95,15% oleh nilai variabel bebas (nilai

kuat tekan beton normal) dan 4,85% ditentukan oleh faktor lain.

Tabel 15. Rasio Kuat Tekan Terhadap Kuat Tekan Rencana

| Hari | f'_c Normal (MPa) | Rasio | f'_c Admixture (MPa) | Rasio | f'_c Rencana (MPa) |
|------|---------------------|-------|------------------------|-------|----------------------|
| 7 | 18,28 | 0,436 | 28,3 | 0,758 | 37,350 |
| 24 | 28,28 | 0,704 | 29,78 | 0,797 | |
| 28 | 33,86 | 0,907 | 32,24 | 0,863 | |

(Sandy Oktavian, 2021)

Berdasarkan data diatas kuat tekan beton yang dihasilkan oleh beton normal lebih besar dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton *admixture*, dengan rata-rata rasio nilai kuat tekan terhadap kuat tekan rencana sebesar 90,7% untuk beton normal dan 86,3% untuk beton dengan penambahan *admixture*.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menghasilkan kuat tekan beton yang belum mencapai kuat tekan rencana sebesar f'_c 37,35 Mpa. Penelitian ini menggunakan agregat halus lokal yang berasal dari Gunung Sugih, Lampung Tengah, dengan besar penyerapan mencapai 1,30% dengan kurva gradasi agregat halus termasuk ke dalam daerah 2. Penelitian ini menggunakan *Mix Design* 7656;2012, perawatan sampel beton yang dilakukan yaitu dengan cara perendaman selama 7, 14, dan 28 hari.

Hasil pengujian sampel beton yang diuji diumur 28 hari atau 100% kuat tekan beton belum mencapai kuat tekan mutu beton rencana dengan masing-masing kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar f'_c 33,86 MPa pada beton normal dan f'_c 32,24 MPa pada beton *admixture*.

Kemudian dari analisa regresi yang telah dihasilkan antara pengaruh kuat tekan beton normal terhadap kuat tekan beton *admixture* didapatkan persamaannya sebagai berikut $y = 24,498 + 0,2202x$, dan pengaruh korelasi yang dihasilkan sebesar $r^2 = 0,9515$ yang berarti pengaruh kuat tekan beton normal terhadap kuat tekan beton *admixture* sebesar 95,15% dan 4,85% adalah faktor lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan pembuatan sampel beton uji menggunakan *mix design* SNI 7656-2012 untuk pembuatan dua jenis benda uji yaitu beton normal dan beton *admixture* maka didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Hasil uji tekan sampel beton tidak mencapai target nilai rencana pada saat pembuatan *mix design*, kuat tekan yang dihasilkan pada beton normal diumur 28 hari hanya mencapai nilai kuat tekan rata-rata sebesar $F'c$ 28,10 MPa, dan pada beton dengan tambahan *admixture* type E diumur 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar $F'c$ 26,76 MPa.
2. Untuk hasil uji dari agregat halus dinyatakan dalam penelitian ini agregat halus yang telah diuji sudah memenuhi syarat dari SK.SNI.T-15-1990-03 pada saringan 3/8, 4, 8, 16, 30, 50, 100. Maka agregat halus lokal yang berasal dari Gunung Sugih mempunyai persentase yang baik dan memenuhi standar SK.SNI.T-15-1990-03. Pada pengujian didapat berat jenis agregat halus sebesar 2,66 gr/cm² dan penyerapan sebesar 1,303%. Hal tersebut menandakan tingkat kekerasan agregat halus sangatlah baik sehingga penyerapan air relatif kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- 7656, S. (2012). "Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa dengan Standar SNI 7656: 2012." Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.
- Mulyono, T. and M. Ir (2004). "Teknologi Beton, CV." Andi Offset, Yogyakarta. Samekto, W. and C. Rahmadiyanto (2001). "Teknologi beton." Penerbit Kansius, Yogyakarta.
- SNI-03-1971 (1990). "SNI 03-1971-1990, Metode Pengujian Kadar Air Agregat." Jakarta (ID): BSN.

- SNI-03-1972 (1990). "SNI 1972-1990 Cara Uji Slump Beton." Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-03-2847 (2002). "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung " SNI 03-2847-2002.
- SNI-4817-2008, B. S. (2008). "Spesifikasi Lembaran Penutup Untuk Perawatan Beton." SNI 4817: 2008.
- Sugiyono, A. (2001). Renewable Energy Development Strategy in Indonesia: CDM Funding Alternative. Proceeding of the 5th Inaga Annual Scientific Conference and Exhibition, Inaga, Yogyakarta.
- Toifur, M., et al. (2000). "EFEK RESISTANSI DAN GMR DARI PERMALLOY (Ni₃Fe₂O) YANG DIDEPOSISIKAN PADA SUBSTRAT GELAS DENGAN VARIASI SUHU." Indonesian Journal of Materials Science 2(1).
- Ir. Masherni, M. T. 2013. Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Kasar Produksi Sukadana dan Tanjungan. TAPAK, 3 (1), 22–28.