

SKRIPSI

ANALISIS KOEFISIEN KORELASI KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON MENGGUNAKAN *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) DAN CANGKANG KERANG SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil*



Oleh :

YUYUN NIYATI
4204211376

**PRODI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KOEFISIEN KORELASI KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON MENGGUNAKAN *SPENT BLEACHING EARTH (SBE)* DAN CANGKANG KERANG TERHADAP SUBSTITUSI SEMEN

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknik Sipil*

Oleh:

YUYUN NIYATI
NIM. 4204211376

Disetujui Oleh Tim Penguji Skripsi:

Tanggal Ujian : 21 Juli 2025

Periode Wisuda : 2025/IX

(
1. **Juli Ardita Priyadi, R., S.T., M.Eng**
NIP.198507132019031000

(Pembimbing 1)

(
2. **Muhammad Gala Garcia, S.T., M.T**
NIP.199412222022031010

(Pembimbing 2)

(
3. **Dedi Enda, S.T., M.T**
NIP. 198507092019031007

(Penguji 1)

(
4. **Hamidatul Aminah, S.T., M.T**
NIP. 199707122025062009

(Penguji 2)

(
5. **Roma Dearn, S.T., M.T**
NIP. 199607022024062002

(Penguji 3)

Bengkalis, 21 Juli 2025
Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan



Lizar, M.T.

NIP. 198707242022031003

LEMBAR PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Skripsi ini, dan kami berpendapat bahwa Skripsi ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana,

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 1 : Dedi Enda, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 21 Juli 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 2 : Hamidatul Aminah, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 21 Juli 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 3 : Roma Dearn, S.T., M.T
Tanggal Pengujian : 21 Juli 2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Sarjana di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar Pustaka.

Bengkalis, 21 Juli 2025

Penulis,




Yuyun Niyati

ANALISIS KOEFISIEN KORELASI KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON MENGGUNAKAN *SPENT BLEACHING EARTH (SBE)* DAN CANGKANG KERANG SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN

Nama Mahasiswa : Yuyun Niyati
Nim : 4204211376
Dosen Pembimbing : Juli Ardita Pribadi R, S.T., M.Eng
M.Gala Garcya, S.T., M.T

ABSTRAK

Penggunaan beton dalam konstruksi terus meningkat, sehingga mendorong inovasi pemanfaatan material ramah lingkungan seperti limbah industri. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh SBE dan cangkang kerang sebagai substitusi semen terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat lentur beton, serta menganalisis hubungan keduanya melalui koefisien efisiensi K. Variasi yang digunakan adalah beton normal (BN) dan beton dengan campuran SBE 4% dan cangkang kerang 3,5% (BSC). Pengujian dilakukan pada umur 7, 28, dan 56 hari dengan media perawatan air tawar dan air laut. Hasil menunjukkan beton BSC memiliki performa mekanis lebih baik dibandingkan beton normal. Kuat tekan maksimum BSC tercatat sebesar 26,31 MPa (28 hari, air tawar), dan 25,23 MPa (28 hari, air laut). Sementara itu, kuat lentur tertinggi diperoleh pada BSC air laut sebesar 4,253 MPa dan BSC air tawar sebesar 4,018 MPa. Beton normal hanya mencapai 3,804 MPa dan 3,661 MPa secara berurutan. Selain itu, koefisien K tertinggi sebesar 0,981 ditemukan pada beton normal air tawar, melebihi nilai teoritis 0,62. Secara keseluruhan, penambahan SBE dan cangkang kerang terbukti mampu meningkatkan sifat mekanis beton dan mendukung pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan.

Kata kunci: *Spent Bleaching Earth*, Cangkang Kerang, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Koefisien K.

**ANALYSIS OF THE CORRELATION BETWEEN
COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH OF
CONCRETE WITH SPENT BLEACHING EARTH (SBE)
AND SEASHELL AS PARTIAL CEMENT
SUBSTITUTES**

Student Name : Yuyun Niyati
Student ID : 4204211376
Supervisors : Juli Ardita Pribadi R, S.T., M.Eng
M.Gala Garcya, S.T., M.T

ABSTRACT

The increasing use of concrete in construction has driven innovation in utilizing environmentally friendly materials such as industrial waste. This study aims to evaluate the effect of Spent Bleaching Earth (SBE) and seashells as partial cement replacements on the improvement of concrete's compressive and flexural strength, as well as to analyze the relationship between them through the efficiency coefficient K. The variations used include normal concrete (BN) and concrete with a mixture of 4% SBE and 3.5% seashells (BSC). Testing was conducted at 7, 28, and 56 days using freshwater and seawater curing media. The results show that BSC concrete exhibited better mechanical performance than normal concrete. The highest compressive strength of BSC was recorded at 26.31 MPa (28 days, freshwater) and 25.23 MPa (28 days, seawater). Meanwhile, the highest flexural strength was achieved by BSC in seawater at 4.253 MPa and BSC in freshwater at 4.018 MPa. Normal concrete only reached 3.804 MPa and 3.661 MPa, respectively. Additionally, the highest K coefficient of 0.981 was found in normal concrete cured in freshwater, exceeding the theoretical value of 0.62. Overall, the addition of SBE and seashells effectively enhances the mechanical properties of concrete and supports the development of more sustainable construction materials.

Keywords: *Spent Bleaching Earth, seashells, compressive strength, flexural strength, K coefficient*

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. Berkat limpahan dan Rahmat-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini berjudul “Analisis Koefisien Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Menggunakan *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan Cangkang Kerang sebagai Substitusi Semen”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan menyelesaikan Sarsjana Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama mengerjakan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih pada :

1. Kedua orang tua yaitu Bapak Suhaimi dan Ibu Rusnah yang telah banyak memberikan dukungan semangat, do'a dan motivasi kepada penulis.
2. Bapak Juli Ardita Pribadi R, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing.
3. Bapak Hendra Saputra, S.T., M, SC Eng selaku ketua jurusan teknik sipil
4. Bapak Lizar, S.T., M.T selaku ketua Prodi Teknik Perancangan Jalan dan jembatan Politeknik Negeri Bengkalis.
5. Ibuk Roma Dearn, S.T., M.T selaku Koordinator skripsi Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
6. Teman-teman seperjuangan khususnya rekan-rekan satu bimbingan yang telah memberikan semangat dan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini

Saya berharap agar segala bentuk bantuan, dukungan, dan doa yang telah diberikan oleh berbagai pihak mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Dengan penuh kerendahan hati, penulis juga membuka diri terhadap segala bentuk kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat banyak kekurangan, Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca.

Bengkalis, 21 Juli 2025

Penulis



Yuyun Niyati

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Beton	6
2.3 Material Penyusun Beton	6
2.3 Limbah Yang Digunakan	10
2.5 Pemeriksaan Agregat (propertis material)	12
2.6 Faktor Air Semen (FAS)	15
2.7 <i>Slump</i>	15
2.8 Pengujian Sifat Mekanis Beton	15
2.9 Koefesien K Teori dan K Pengujian	18
2.10 Perawatan Beton	19
	ix

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	20
3.2 Alat Dan Bahan	20
3.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	27
3.4 Jumlah Sampel/Benda Uji	38
3.5 Perencanaan <i>Job Mix Design</i>	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Pengujian Propertis agregat	40
4.2 Pengujian <i>Slump</i>	48
4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan	49
4.5 Hasil Pengujian Kuat Lentur	53
4.6 Hubungan Koefesien Kuat Tekan Dan Lentur	56
BAB V PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kuat Tekan	16
Gambar 2.2 Patah pada 1/3 bentang tengah	17
Gambar 2.3 Patah diluar pada 1/3 bentang tengah	17
Gambar 2.4 patah diluar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton	17
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	20
Gambar 3. 2 Mesin Molen	21
Gambar 3. 3 Alat Slump	21
Gambar 3. 4 Ayakan/Saingan	22
Gambar 3. 5 Palu Karet	22
Gambar 3. 6 Timbangan Digital	23
Gambar 3. 7 Cetakan Silinder	23
Gambar 3. 8 Cetakan Balok	23
Gambar 3. 9 Oven	24
Gambar 3. 10 Compression Testing Machine	24
Gambar 3. 11 Jangka Sorong	25
Gambar 3. 12 Mould	25
Gambar 3. 13 Piknometer/Labu Ukur	26
Gambar 3. 14 Mesin Los Angeles	26
Gambar 3. 15 Proses Pencucian Cangkang Kerang	27
Gambar 3. 16 Proses Penghalusan Cangkang Kerang	28
Gambar 3. 17 Proses Penyaringan Cangkang Kerang	28
Gambar 3. 18 Penghalusan Cangkang Kerang	29
Gambar 3. 19 Pengujian Berat <i>Volume</i> Agregat Kasar	30
Gambar 3. 20 Pengujian Berat Volume Agregat Halus	30
Gambar 3. 21 Pengujian Analisa Saringan	32
Gambar 3. 22 Pengujian Kadar Air Agregat	33

Gambar 3. 23 Pengujian Berat Jenis Agregat	35
Gambar 3. 24 Pengujian Kuat Tekan	37
Gambar 3. 25 Pengujian Kuat Lentur	37
Gambar 4.1 Batas Gradasi Kerikil	41
Gambar 4.2 Zona Batas Gradasi Pasir	46
Gambar 4.3 Nilai <i>Slump</i>	49
Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	51
Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	52
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari	53
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Kuat Lentur Beton 28 Hari	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.2 Spesifikasi Agregat Kasar yang digunakan	9
Tabel 2.3 Spesifikasi Agregat Halus yang digunakan	9
Tabel 3.3 Jumlah Benda Uji	38
Tabel 3.4 Perencanaan <i>Job Mix Design</i>	38
Tabel 3.4 Proporsi campuran untuk 1 sampel	39
Tabel 3.4 Proporsi campuran 1 sampel substitusi	39
Tabel 4.1 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Agregat Kasar	40
Tabel 4.2 Hasil Uji Propertis Kadar Air Agregat Kasar	40
Tabel 4.3 Hasil Uji Propertis Analisa Saringan Agregat Kasar	41
Tabel 4.4 Hasil Uji Propertis Berat <i>Volume</i> Agregat Kasar	42
Tabel 4.5 Hasil Uji Propertis Kadar Lumpur Agregat Kasar	42
Tabel 4.6 Hasil Uji Propertis Keausan Agregat Kasar	43
Tabel 4.7 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Semen	44
Tabel 4.8 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Agregat Halus	44
Tabel 4.9 Hasil Uji Propertis Kadar Air Agregat Halus	45
Tabel 4.10 Hasil Uji Propertis Analisa Saringan Agregat Halus	45
Tabel 4.11 Hasil Uji Propertis Berat <i>Volume</i> Agregat Halus	46
Tabel 4.12 Hasil Uji Propertis Kadar Lumpur Agregat Halus	47
Tabel 4.13 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Cangkang Kerang	47
Tabel 4.14 Hasil Uji Propertis Berat Jenis SBE	48
Tabel 4.15 Nilai <i>Slump</i>	48
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan	49
Tabel 4.17 Hasil Pegujian Kuat Lentur	54
Tabel 4.18 Koefesien K Teori	56
Tabel 4.19 Koefesien K Pengujian	56

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

- A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)
- a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m)
- b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
- Fr = Kuat Lentur Beton (MPa)
- Fc' = Kuat Tekan Beton (MPa)
- h = lebar tampang lintang patah arah vertical (mm)
- L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
- P = Beban Tekan (N)
- σ = kuat lentur beton benda uji (Mpa)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan beton sebagai material dalam konstruksi telah banyak digunakan, beton memiliki kelebihan diantaranya biaya perawatan yang murah, kemudahan dalam pembentukan, serta memiliki kuat tekan yang tinggi. Susunan beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, air serta bahan tambah. Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan untuk meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Oleh karena itu, industri konstruksi perlu mengembangkan alternatif material yang berkelanjutan agar dapat mendukung pembangunan yang efisien dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah limbah dari industri atau sumber daya lokal sebagai campuran beton.

Dalam konteks sumber daya lokal, cangkang kerang muncul sebagai material yang menarik untuk dieksplorasi sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Di berbagai wilayah pesisir, termasuk di Indonesia aktivitas perikanan dan budidaya kerang menghasilkan ketersediaan cangkang kerang yang cukup. Meskipun mungkin tidak selalu terakumulasi sebagai limbah dengan *volume* besar di semua lokasi, cangkang kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolon yaitu zat kapur yang diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai substitusi agregat halus semen pada campuran bahan penyusun beton (Abdillah et al., 2023).

Di sisi lain, *Spent Bleaching Earth* (SBE) berasal dari limbah industri minyak kelapa sawit (CPO) telah menjadi perhatian utama. Dalam keterangan resmi Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) menyampaikan produksi CPO pada juni 2024 mencapai 3.691 ribu ton yang tentu nya menghasilkan limbah SBE yang signifikan. Sejauh ini ada beberapa penelitian telah menggunakan SBE sebagai pengganti agregat halus dalam pembuatan beton, pemanfaatan selanjutnya dikarenakan limbah SBE menghasilkan *Eco Process Pozzolon* (ePP) dari proses kalsinasi yang terjadi membuat limbah SBE digunakan sebagai substitusi semen

dalam pembuatan beton karena ePP memiliki sifat semen dan dapat digunakan sebagai pengganti sebagian semen dalam beton (Kho, 2021). Menurut penelitian (Othman et al., 2022) limbah *Spent Bleaching Earth* sangat memberikan pengaruh yang signifikan sebagai pengganti semen dalam pembuatan beton sehingga menghasilkan beton bahan ramah lingkungan. Sehingga pemanfaatannya dalam beton dapat menjadi solusi untuk mengurangi limbah industri.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menilai seberapa besar Koefisien Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Menggunakan *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan Cangkang Kerang sebagai Substitusi Semen yang dihasilkan. Pemahaman yang mendalam mengenai pengaruh kedua jenis material alternatif ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam rumusan masalah ini akan dibahas analisis koefisien korelasi kuat tekan dan kuat lentur beton menggunakan *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang sebagai substitusi semen.

1. Bagaimana pengaruh penambahan SBE dan cangkang kerang terhadap kuat tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh penambahan SBE dan cangkang kerang terhadap kuat lentur beton.
3. Bagaimana perbandingan koefisien teoritis dan koefisien pengujian antara nilai kuat tekan dan kuat lentur beton menggunakan SBE dan cangkang kerang sebagai substitusi semen.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengevaluasi pengaruh penambahan SBE dan cangkang kerang terhadap peningkatan kuat tekan beton.

2. Untuk mengevaluasi pengaruh penambahan SBE dan cangkang kerang terhadap peningkatan kuat lentur beton.
3. Untuk Mengevaluasi perbandingan koefisien teoritis dan koefisien pengujian antara kuat tekan dan kuat lentur beton menggunakan SBE dan cangkang kerang sebagai substitusi semen.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang dengan memanfaatkannya sebagai bahan tambahan untuk konstruksi beton.
2. Memberikan wawasan baru tentang potensi penggunaan bahan ini dalam konstruksi.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Benda uji berbentuk balok dengan dimensi 600x150x150 mm
2. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 110x210 mm
3. Jumlah sampel untuk korelasi berjumlah 8 sampel (silinder 4 sampel dan untuk balok 4 sampel) pada umur 28 hari.
4. Mutu beton yang diteliti digunakan mutu $f'c$ 25 Mpa.
5. Menggunakan variasi komposisi SBE dan cangkang kerang dengan persentase 7,5% (SBE 4% dan Cangkang Kerang 3,5%)
6. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 28, 56 hari
7. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan untuk membantu analisis dan landasan teori agar perencanaan yang dibuat sesuai dengan permasalahan yang ada. Adapun penelitian terdahulu yang dapat diambil sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan Penelitian
1	Otto Lambok Raya Nababan, Dewi Agustina Iryani, Endro Prasetyo Wahono , Rinawati, Samsul Bakri, Agus Setiawan (2023) (Nababan et al., 2023)	Pemanfaatan Limbah Fly Ash dan <i>Spent Bleaching Earth</i> sebagai Substitusi Semen pada Beton Mutu Normal Skala Produksi	Hasil penelitian dengan menerapkan substitusi FA dan SBE menunjukkan bahwa FA lebih baik dibandingkan bleaching earth kekuatan tekan yang dihasilkan. Komposisi FA yang optimal sebagai pengganti semen untuk mencapai mutu beton yang direncanakan sebesar 15%, sedangkan komposisi SBE sebagai pengganti semen sebesar 10%.
2	Muhammad Gala Garcya, Juli Ardita Pribadi, dan Boby Rahman (2021)	Efektifitas Superplasticizer Pada Beton Berbasis Limbah Sawit Terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisik Beton	Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh SBE berpotensi menjadi salah satu rekomendasi campuran beton yang diaplikasikan pada air laut karena meningkatnya kuat tekan seiring pertambahan umur beton sebesar 36,2% pada umur 28 hari. Sedangkan pada air tawar nilai kuat tekan cenderung turun sebesar 15,9%. Sehingga berdasarkan pengujian SBE lebih cocok digunakan pada lingkungan air laut dibandingkan air tawar
3	Muhammad Ikhwan Habib, Novi Eka Mayangsari, Moch. Luqman Ashari. (2022) (Ikhwan Habib et al., 2022)	Kajian Teknis Pemanfaatan Limbah <i>Spent Bleaching Earth</i> sebagai Substitusi Agregat Halus pada Paving Block dengan Penambahan Cangkang Kulit kerang Hijau	Hasil penelitian didapatkan bahwa formulasi terbaik adalah paving block dengan formulasi substitusi 10% limbah SBE dengan nilai kuat tekan sebesar 40,4 MPa, berdasarkan hasil kuat tekan rata-rata menunjukkan bahwa formulasi substitusi 10% termasuk kedalam paving block dengan kelas mutu A.

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Ringkasan Penelitian
4	Moch. Luqman Ashari, Denny Dermawan (2018) (Dermawan & Ashari, 2018)	Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit <i>Spent Bleaching Earth</i> sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton	Hasil dari penelitian ini menunjukkan jika beton dengan campuran limbah SBE yang mencapai kuat tekan perencanaan adalah 10% SBE sebesar 34,16 MPa dan 20% SBE sebesar 29,06 MPa. Berdasarkan hasil uji TCLP, konsentrasi logam berat dalam beton dengan campuran 10% SBE berada dibawah baku mutu TCLP. Hasil ini membuktikan secara ilmiah jika beton dengan campuran 10% SBE layak secara teknis dan lingkungan.
5	Ichwan Hadi Saputra (2023)	Analisis Hubungan Nilai Konversi F_c' dan F_s Dengan Uji Kuat Tekan Dan Lentur Beton Studi Material Kabupaten Bojonegoro	. Peneilitian ini dilakukan dengan membuat campuran beton normal yaitu agregat halus dan kasar yang berasal dari Bojonegoro, menggunakan campuran fas 0,46 sebanyak 18 buah (f_c' 30 Mpa) dengan pengujian 7, 14, dan 28 hari pada pengujian kuat tekan terdiri dari 9 benda uji silinder (15x30 cm3) dan pengujian kuat lentur terdiri dari 9 balok (15x15x60 cm3). Sedangkan fas 0,335 sebanyak 12 buah (f_c' 30) pada 7 hari, dalam penjuian kuat tekan terdiri dari 6 silinder dan pada kuat lentur terdiri dari 6 balok. Pengujian kuat tekan dan lentur menggunakan SNI 1974: 2011 dan SNI 4431:2011. Hasil penelitian didapat nilai kuat tekan rata-rata pada sampel I (fas 0,46) sebesar 9,41 Mpa, 12,34 Mpa dan 13,61 Mpa. Untuk kuat lentur rata-rata sebesar 1,33 Mpa, 1,91 Mpa dan 1,93 Mpa. Nilai korelasi (a) antara f_s dan f_c nya yaitu 0,48, 0,54 dan 0,52, hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan SNI 2847-2013. Pada sampel II (fas 0,335) nilai kuat tekan rata-rata mendapatkan 9,12 Mpa, untuk kuat lentur

Sumber : Jurnal

2.2 Beton

Beton adalah bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pembangunan saat ini. Beton didapat dari pencampuran agregat halus dan agregat kasar. Bahan penyusun beton berupa pasir, kerikil, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat berupa semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton. Beton merupakan bahan konstruksi yang memiliki daya tahan dan kekuatan yang tinggi, mampu menahan pengaruh pelapukan hampir disemua kondisi lingkungan. Struktur beton pada umumnya mempunyai ciri utama kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang rendah.

2.2.1 Kelebihan dan Kekurangan beton

Dibawah ini adalah kelebihan beton sebagai berikut :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
2. Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan korosidan pembusukan oleh kondisi sekitar
3. Mampu memikul beban yang berat
4. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
5. Memiliki energi yang efisien
6. Tahan terhadap api
7. Biaya pemeliharaan yang rendah.

Sedangkan kekurangan beton adalah sebagai berikut :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah jika sudah mengeras
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Memiliki berat sendiri yang berat
4. Memiliki daya pantul suara yang besar
5. Mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan
6. Memiliki *volume* yang tidak stabil.

2.3 Material Penyusun Beton

Komposisi beton terdiri dari beberapa material utama yaitu berupa air, semen, agregat halus dan agregat kasar serta bahan tambah, dimana setiap material

penyusun mempunyai fungsi untuk memberikan kekuatan, daya tahan, dan stabilitas pada struktur bangunan.

Berikut ini bahan-bahan pembentuk beton yang juga dipakai sebagai bahan beton yang akan diteliti pada penelitian ini. Adapun material-material dalam pembentuk beton adalah sebagai berikut :

2.3.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan *volume* beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan

Fungsi utama semen adalah bahan perekat kimia yang digunakan dalam konstruksi untuk mengikat berbagai material bangunan, seperti batu, bata, dan batako. Semen berfungsi untuk memberikan kekuatan dan ketahanan pada struktur bangunan dengan cara mengeras setelah dicampur dengan air. Proses ini melibatkan reaksi kimia yang dikenal sebagai hidrasi, dimana semen berubah menjadi adukan yang kuat dan tahan lama.

Semen umumnya terbuat dari campuran bahan-bahan alami yang kaya akan unsur-unsur kimia tertentu. Bahan baku utamanya meliputi:

- 1) Batu Kapur (limestone): Sumber utama kalsium oksida (CaO).
- 2) Tanah Liat (clay): Menyediakan silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), dan besi oksida (Fe₂O₃).
- 3) Pasir Silika (silica sand): Sumber silika tambahan.
- 4) Bijih Besi (iron ore): Sumber besi oksida tambahan.

Bahan-bahan ini dipanaskan pada suhu sangat tinggi dalam tungku putar (kiln) untuk membentuk klinker, yang kemudian digiling halus bersama dengan sedikit gipsium menjadi bubuk semen yang kita kenal.

2.3.2 Agregat

Agregat menurut SNI 03-2847-2002 menyebutkan, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai

bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik. Agregat merupakan komponen penting dalam campuran beton yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan memberikan berbagai sifat mekanis yang diperlukan untuk kekuatan dan daya tahan struktur. Agregat dibagi menjadi 2 kategori utama yaitu :

1) Agregat kasar (kerikil, batu pecah)

Adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu, dengan ukuran butir antar 5 mm sampai 40 mm.

2) Agregat halus (pasir)

Merupakan pasir alam sebagai desintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, dengan ukuran butir terbesar 5,0 mm. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras, bersifat kekal (tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca), dan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering.

2.3.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah material yang digunakan dalam konstruksi, terutama dalam pembuatan beton. Material ini adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci).

Agregat kasar berperan sebagai "rangka" atau "tulang punggung" dalam matriks beton. Mereka memberikan kekuatan tekan yang signifikan pada beton. Ketika beton menerima beban, agregat kasar menahan sebagian besar tegangan tekan, sementara pasta semen bertindak sebagai pengisi dan pengikat yang merekatkan butiran-butiran agregat.

- 1) Kontribusi Kekuatan: Kekuatan tekan beton sangat bergantung pada kekuatan agregat kasarnya. Agregat yang keras dan padat akan menghasilkan beton yang lebih kuat.
- 2) Distribusi Beban: Butiran agregat kasar yang berukuran lebih besar membantu mendistribusikan beban secara lebih efektif ke seluruh massa beton.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Agregat Kasar yang digunakan

No	Jenis Pemeriksaan	Nilai Spesifikasi	SNI yang digunakan
1.	Berat <i>Volume</i>	>1,2 %	SNI 03-8404-1998
2.	Analisa Saringan	5 – 8 %	SNI 03-1968-1990
3.	Kadar Air	3 – 8 %	SNI 03-1971-1990
4.	Berat Jenis	2,58 – 2,83 %	SNI 03-1969-1990
5.	Keausan agregat	< 40 %	SNI 03-2417-1991

Sumber: Standar SNI

Tabel ini merupakan acuan dari standar SNI yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan material agregat kasar.

2.3.2.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

- 1) Mengisi Kekosongan: Agregat halus memastikan bahwa campuran beton padat dan tidak memiliki banyak rongga udara yang dapat mengurangi kekuatan dan daya tahan.
- 2) Menciptakan Kohesi: Pasir membantu menciptakan campuran yang kohesif, mencegah segregasi (pemisahan) antara agregat kasar dan pasta semen, sehingga menghasilkan beton yang homogen.
- 3) Meningkatkan *Workability*: Agregat halus memberikan tekstur yang lebih halus dan konsistensi yang baik pada campuran beton segar, membuatnya lebih mudah untuk dicampur, dituang, dan dipadatkan.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Agregat Halus yang digunakan

No	Jenis Pemeriksaan	Nilai Spesifikasi	SNI Yang Digunakan
1.	Berat <i>Volume</i>	>1,2 %	SNI 03-8404-1998
2.	Analisa Saringan	1,3 – 3,8 %	SNI 03-1968-1990
3.	Kadar Lumpur	< 5 %	SNI 03-1750-1990
4.	Kadar Air	3 – 5 %	SNI 03-1971-1990
5.	Berat Jenis	2,58 – 2,83 %	SNI 03-1970-1990

Sumber: Standar SNI

Tabel ini merupakan acuan dari standar SNI yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan material agregat Halus.

2.3.2.3 Air

Air merupakan bahan yang diperlukan dalam proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Selain itu, air juga diperlukan untuk perawatan beton.

Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Persyaratan air untuk campuran beton menurut SNI 03-6861.1-2002 :

- 1) Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
- 2) Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter
- 3) Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter
- 4) Kandungan klorida (Cl) < 0,50 gram/liter dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃
- 5) Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%
- 6) Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 0,05 gram/liter.

2.3 Limbah Yang Digunakan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini berupa limbah dari sumber daya alam yaitu *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang.

2.4.1 *Spent Bleaching Earth* (SBE)

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan salah satu permasalahan yang memicu kerusakan tanah akibat penggunaannya yang cukup umum namun minim pemanfaatan limbah tersebut (Muhammad Gala Garcya1 et al., 2021). *Spent Bleaching Earth* (SBE) merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pemurnian minyak kelapa sawit dalam industri elektrokimia. Limbah ini mengandung

berbagai komponen seperti silika, alumunium oksida, ferrioksida, magnesium dan air. Meskipun dianggap sebagai limbah berbahaya (B3), SBE memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, termasuk berbagai bahan campuran dalam produksi beton.

SBE memiliki potensi sebagai material pozzolanik karena kandungan silikanya yang tinggi. Material pozzolanik adalah bahan yang, dengan sendirinya tidak memiliki sifat pengikat, tetapi dalam bentuk halus dan di hadapan air, akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) yang dihasilkan dari hidrasi semen, membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) tambahan.

- 1) Peningkatan Durabilitas: Reaksi pozzolanik dapat mengisi pori-pori dalam beton, meningkatkan kepadatan, mengurangi permeabilitas, dan meningkatkan ketahanan terhadap serangan sulfat atau klorida.
- 2) Pengurangan Kebutuhan Semen: Mengganti sebagian semen dengan SBE dapat mengurangi biaya produksi beton dan juga jejak karbon (emisi CO_2) dari produksi semen.
- 3) Tantangan *Workability*: Karena SBE memiliki sifat menyerap air (akibat sisa minyak dan struktur tanah liatnya), penggunaannya sebagai substitusi semen mungkin memerlukan penyesuaian rasio air-semen atau penambahan superplasticizer untuk menjaga *workability* beton. Jika tidak, beton bisa menjadi terlalu kering dan sulit dikerjakan, bahkan keropos.

2.4.2 Cangkang Kerang

Pemanfaatan cangkang kerang sebagai substitusi semen pada campuran beton merupakan bidang penelitian yang menarik dalam upaya mengurangi limbah dan menciptakan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan. Cangkang kerang memiliki potensi ini karena kandungan kimianya yang kaya akan kalsium oksida (CaO), silika (SiO_2), dan alumina (Al_2O_3), yang merupakan komponen utama dalam semen.

Berikut adalah beberapa poin penting mengenai penggunaan cangkang kerang sebagai substitusi semen dalam beton :

- 1) Pengurangan Limbah: Pemanfaatan cangkang kerang sebagai bahan substitusi membantu mengurangi tumpukan limbah dari industri perikanan atau pengolahan hasil laut, yang seringkali mencemari lingkungan.
- 2) Keberlanjutan: Mengurangi ketergantungan pada semen Portland konvensional, yang produksinya menyumbang emisi karbon signifikan, sejalan dengan prinsip konstruksi berkelanjutan.
- 3) Peningkatan Kuat Tekan: Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang kerang dara, misalnya, pada persentase tertentu (misalnya 7% atau hingga 25% sebagai pengganti agregat halus), dapat meningkatkan kuat tekan beton. Hal ini karena serbuk cangkang kerang dapat mengisi pori-pori dalam adukan beton, mengurangi jumlah air bebas, dan meningkatkan kepadatan.
- 4) Percepatan Waktu Ikut: Kandungan CaO, Al₂O₃, dan SiO₂ dalam serbuk cangkang kerang dapat mempercepat reaksi hidrasi, sehingga mempercepat waktu ikat beton.

2.5 Pemeriksaan Agregat (propertis material)

2.5.1 Pemeriksaan Berat *Volume* agregat

Pemeriksaan berat volume adalah suatu metode yang di gunakan untuk menentukan berat volume agregat, baik agregat kasar maupun agregat halus, dalam kondisi kering. Menurut (SNI-03-4804-1998, 1998) dihitung menggunakan persamaan Agregat dalam keadaan kering oven dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$M = \frac{(G-T)}{V} \dots\dots\dots (Pers 2.1)$$

Keterangan :

M = berat isi agregat dalam kondisi kering oven,dalam kg/m³

G = berat agregat dengan penakar,dalam kg

T = berat penakar, dalam kg

V = *volume* penakar,dalam m³

2.5.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan halus

Menurut SNI 03- 1969 (1990), analisa saringan agregat kasar dan agregat halus di hitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$W = A - C \dots\dots\dots(2.2)$$

$$W1 = C - B \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Wt = \left(\frac{W}{B}\right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

$$Wt1 = 100\% - Wt \dots\dots\dots(2.5)$$

$$MHD W1 = \frac{\text{Jumlah \% Tertahan Kumulatif}}{100\%} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

A = Berat total awal sampel agregat sebelum disaring (gram)

B = Berat cawan kosong (gram)

C = Berat cawan + agregat lolos saringan (gram)

W1 = Berat agregat yang lolos saringan (gram)

W = Berat agregat yang tertahan di atas saringan (gram)

Wt = Persentase berat agregat yang tertahan (%)

Wt1 = Persentase berat agregat yang lolos saringan

2.5.3 Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Menurut SNI 03-1971-1990 tentang pemeriksaan kadar air agregat kasar dan agregat halus:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Pers 2.7})$$

Keterangan :

W1 = Berat benda uji semula (gram)

W2 = Benda uji jering oven (gram)

2.5.4 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Menurut (SNI 03-1969, 1990) tentang pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dari agregat kasar.

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Berat jenis curah (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B_k - B} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

Ba = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air,dalam gram

Bj = berat benda uji kering permukaan jenuh,dalam gram

Bk = berat benda uji kering oven,dalam gram

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry = SSD*), berat jenis semu (*apparent*) dari agregat halus. Menurut SNI 03-1969-1990.

$$\text{Berat jenis curah kering} = \frac{A}{B + S - C} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Berat jenis curah (SSD)} = \frac{S}{B + S - C} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B + A - C} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\text{Penyerapan air} = \frac{S - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

A = berat benda uji kering oven (gr)

B = berat piknometer yang berisi air (gr)

C = berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

2.5.5 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Pemeriksaan keausan adalah perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula. Menurut (SNI 03-2417-1991, 1991), di hitung dengan persamaan dibawah ini.

Keausan Agregat $\frac{a - b}{a} \times 100\%$ (Pers 2.16)

Keterangan :

a = berat benda uji semula, gram

b = berat benda uji tertahan no.12 (gram)

2.5.6 Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Dihitung menggunakan persamaan (ASTM C-142) :

$\frac{h_1}{h_1+h_2} \times 100\%$ (Pers 2.17)

Keterangan :

h1 = tinggi lumpur (cm)

h2 = tinggi benda uji (cm)

2.6 Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Nilai faktor air semen yang rendah akan mempengaruhi dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu ada faktor air semen optimum untuk menghasilkan kuat tekan maksimum.

2.7 Slump

Slump test adalah untuk mengukur konsistensi atau kekentalan dari campuran beton yang dihasilkan. Kemudahan pekerjaan beton biasanya dipengaruhi oleh tingkat kekentalan beton yang bisa diukur dengan *slump* test. Nilai *slump* yang terlalu besar menghasilkan beton yang kurang baik, nilai *slump* yang terlalu kecil menghasilkan beton yang sukar dikerjakan. Besarnya nilai *slump* bergantung pada jenis dan banyaknya semen portland, jumlah air campuran dan gradasi bahan batuan.

2.8 Pengujian Sifat Mekanis Beton

2.8.1 Kuat Tekan

Beton dikenal memiliki kekuatan tekan yang tinggi, yang merupakan kemampuan beton untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. Kekuatan

tekan ini diukur dengan menggunakan benda uji silinder atau kubus dan dinyatakan dalam satuan MPa (*megapascal*). Kekuatan tekan beton biasanya berkisar antara 20 hingga 40 MPa untuk beton biasa, tetapi bisa lebih tinggi untuk jenis beton khusus. Kuat tekan beton ditentukan dengan mengatur perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus dan air. Kelebihan air meningkatkan kemampuan kerja tetapi mengurangi kekuatan. Rumus yang digunakan untuk menghitung untuk menghitung besarnya kuat tekan beton sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Kuat Tekan
 Sumber : Olahan Data Skripsi 2025

$$F_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (Pers 2.18)$$

Dengan keterangan :

- A : luas penampang benda uji (mm^2)
- f_c'' : kuat tekan (Mpa)
- P : beban tekan (N)

2.8.2 Kuat Lentur

Kuat lentur (*flexural strength*) adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan ketika suatu balok beton dikenakan momen lentur. Ini dihitung dengan membagi momen penahan (*moment of resistance*) dari penampang balok dengan luas penampang tersebut. Dalam istilah teknis, kuat lentur dapat dinyatakan dalam satuan tekanan, seperti megapaskal (MPa).

Rumus-rumus yang digunakan pada pengujian kuat lentur beton adalah sebagai berikut (SNI-03-4431-1997, 1997), dihitung dengan rumus dibawah ini.

- 1) Bila setelah pengujian patahnya benda uji berada didaerah pusat 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik beton maka dihitung dengan rumus

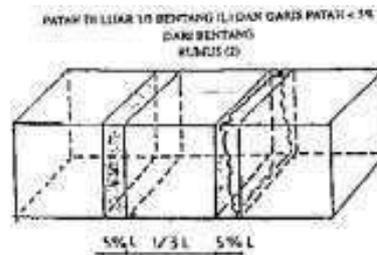
$$\sigma = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots (Pers 2.19)$$



Gambar 2. 2 Patah pada 1/3 bentang tengah
Sumber: SNI 03-4431-1997

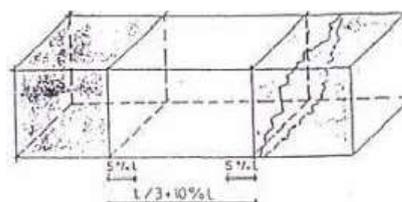
- 2) Bila setelah pengujian benda uji patahnya diluar pusat (diluar 1/3 jarak titik perletakan) dibagian tarik beton, dan jarak antar titik patah dan titik pusat (beban) kurang dari 5% jarak titik perletakan maka kuat lentur beton dengan rumus :

$$\sigma = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (Pers 2.20)$$



Gambar 2. 3 Patah diluar pada 1/3 bentang tengah
Sumber: SNI 03-4431-1997

- 3) Untuk benda uji yang patahnya diluar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dengan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% tentang hasil pengujian tidak digunakan.



Gambar 2. 4 patah diluar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton
Sumber: SNI 03-4431-1997

Keterangan :

a = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m)

b = lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = lebar tampang lintang patah arah vertical (mm)

L = jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

p = beban tertinggi yang dilanjutkan oleh mesin uji

σ = kuat lentur beton benda uji (Mpa)

2.9 Koefisien K Teori dan K Pengujian

Dalam penelitian ini, hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton dianalisis dengan membandingkan koefisien K hasil pengujian terhadap koefisien K teori. Koefisien K merupakan nilai perbandingan antara kuat lentur terhadap kuat tekan beton, yang dirumuskan sebagai $K = Fr/\sqrt{Fc}$, di mana Fr adalah kuat lentur dan Fc adalah kuat tekan. Berdasarkan literatur atau ketentuan standar seperti SNI, nilai teoritis koefisien K umumnya berada pada angka 0,62, yang menggambarkan hubungan ideal antara kuat tekan dan kuat lentur beton.

Melalui pengujian, diperoleh nilai K aktual atau K pengujian dari masing-masing variasi campuran beton. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan K teori untuk mengevaluasi apakah beton hasil campuran mampu mencapai atau bahkan melampaui ekspektasi teoritis dalam hal kekuatan lenturnya. Jika nilai K pengujian mendekati atau lebih tinggi dari 0,62, maka dapat dikatakan bahwa beton tersebut memiliki performa kuat lentur yang baik sebanding dengan kuat tekannya. Sebaliknya, jika nilai K pengujian jauh lebih rendah dari nilai teori, maka hal ini menunjukkan bahwa kuat lentur yang dihasilkan masih berada di bawah standar yang diharapkan berdasarkan kuat tekan yang dicapai. Analisis ini penting untuk menilai kualitas mekanis beton secara menyeluruh, tidak hanya dari aspek tekan, tetapi juga dalam kemampuannya menahan lenturan.

2.10 Perawatan Beton

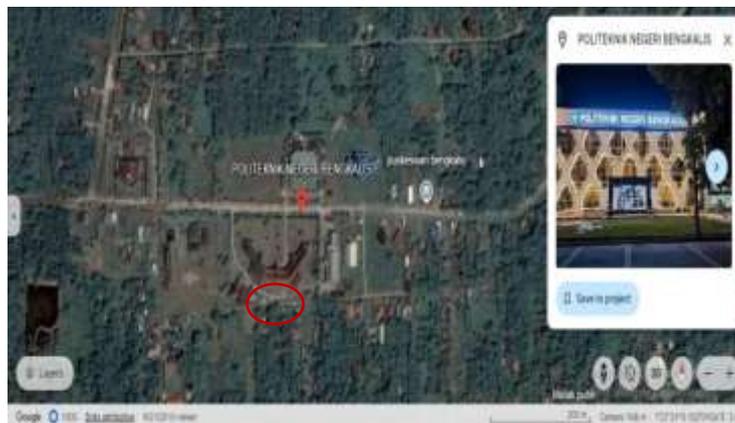
Perawatan beton adalah serangkaian tindakan penting yang dilakukan untuk menjaga kondisi beton tetap lembap dan suhunya optimal setelah pengecoran, terutama selama periode awal pengerasan. Tujuan utamanya adalah memastikan proses hidrasi semen (reaksi kimia antara semen dan air yang membuat beton mengeras dan mendapatkan kekuatannya) berjalan sempurna. Tanpa perawatan yang tepat, beton tidak akan mencapai kekuatan dan daya tahan maksimalnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Adapun penelitian ini direncanakan berada di kampus di Politeknik Negeri Bengkalis tepat berada di Lab Uji Bahan Polbeng. Berikut ini gambar yang menunjukkan lokasi penelitian tersebut.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google Maps

3.2 Alat Dan Bahan

Demi kelancaran dan keberhasilan dalam menyusun skripsi ini, maka diperlukan berbagai persiapan yang matang, baik dari segi perencanaan maupun pelaksanaan di lapangan. Salah satu aspek penting dalam proses penyusunan skripsi adalah ketersediaan alat dan bahan pendukung yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun alat dan bahan serta kegunaannya untuk penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Dalam penyusunan skripsi ini adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Mesin Molen

Mesin molen ini digunakan sebagai alat bantu untuk mengaduk komposisi beton segar.



Gambar 3. 2 Mesin Molen

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

2. Alat Uji *Slump*

Alat uji *slump* pada penelitian ini digunakan untuk mencari nilai *slump* saat beton segar baru dituangkan dari mixer.



Gambar 3. 3 Alat *Slump*

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

3. Saringan/Ayakan

Saringan digunakan untuk mengetahui distribusi agregat (gradasi) dengan memakai saringan No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200, dan pan



Gambar 3. 4 Ayakan/Saingan
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

4. Palu karet

Alat penelitian ini digunakan untuk meratakan permukaan beton segar dalam silinder



Gambar 3. 5 Palu Karet
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

5. Oli

Sebelum adonan beton diletakkan pada cetakan, permukaan bagian dalam cetakan beton dioleskan oli terlebih dahulu supaya beton tidak lengket di permukaan cetakan saat dilepas dari cetakan.

6. Timbangan

Alat yang digunakan untuk menimbang material yang akan diuji, ketelitian timbangan digital adalah 1 gr.



Gambar 3. 6 Timbangan Digital
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

7. Cetakan Silinder (Diameter 110 mm panjang 210 mm) dan cetakan balok
Cetakan beton disini digunakan untuk sebagai wadah supaya berbentuk silinder dan balok.



Gambar 3. 7 Cetakan Silinder
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025



Gambar 3. 8 Cetakan Balok
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

8. Oven

Alat yang digunakan untuk mengeringkan agregat lebih cepat dengan suhu tertentu.



Gambar 3. 9 Oven

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

9. Compression Testing Machine

Mesin ini digunakan untuk menguji kuat tekan beton dengan meletakkan benda uji secara vertikal diatas tumpuan.



Gambar 3. 10 Compression Testing Machine

Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

10. Jangka Sorong

Alat ini digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang akan diteliti



Gambar 3. 11 Jangka Sorong
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

11. Mould

Alat digunakan untuk menguji berat *volume* agregat



Gambar 3. 12 Mould
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

12. Piknometer (labu ukur)

Piknometer digunakan untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus, yang digunakan piknometer dengan kapasitas 500 ml



Gambar 3. 13 Piknometer/Labu Ukur
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

13. Mesin *Los Angeles*

Digunakan untuk mengukur degradasi agregat mineral yang diakibatkan oleh kombinasi tindakan termasuk abrasi, benturan, dan penggilingan dalam drum baja berputar yang berisi bola-bola baja, untuk mengevaluasi ketahanan agregat seperti batu dan kerikil terhadap keausan.



Gambar 3. 14 Mesin *Los Angeles*
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada saat penelitian antara lain adalah :

1. Semen

Semen Dynamix adalah produk semen yang diproduksi oleh PT Solusi Bangun Indonesia Semen ini dikenal karena inovasinya, terutama dengan teknologi "Micro Filler Particle" yang diklaim mampu mengisi rongga

dengan sempurna, menghasilkan hasil akhir yang kuat dan permukaan halus.

2. Agregat Kasar dan Agregat Halus

Agregat kasar dan halus dari Tanjung Balai Karimun Agregat halus dan agregat kasar di ambil dari Tanjung Balai Karimun Agregat yang memiliki hasil terbaik yang akan digunakan.

3. Cangkang kerang

Cangkang kerang yang digunakan yaitu dari pembuangan limbah cangkang kerang dilaut

4. *Spent bleaching earth (SBE)*

Merupakan limbah dari pemurnian minyak kelapa sawit di dumai.

3.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahap antara lain:

3.3.1 Persiapan Bahan

a. Proses Penghalusan Cangkang Kerang

1. Cuci cangkang kerang sampai bersih menggunakan sikat pembersih untuk menghilangkan dari kotoran dan garam laut.



Gambar 3. 15 Proses Pencucian Cangkang Kerang
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

2. Setelah dibersihkan keringkan cangkang kerang hingga kadar airnya rendah untuk menghindari pengaruh negatif untuk sifat beton.
3. Kemudian setelah kering dilanjutkan proses penghalusan menggunakan mesin loss angeles.
4. Siapkan mesin Los Angeles beserta bola baja dan cangkang kerang
5. Masukkan cangkang kerang dan beserta bola baja yang telah disediakan kedalam mesin Los Angeles.
6. Nyalakan dan atur putaran mesin sebanyak 500-1000 putaran, dan tunggu sampai mesin berhenti.



Gambar 3. 16 Proses Penghalusan Cangkang Kerang
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025.

7. Setelah berhenti maka keluarkan serbuk cangkang kerang dan masukan kewadah, kemudian untuk lebih menyakinkan hasil untuk digunakan sebagai substitusi semen saringan menggunakan saringan No. 200



Gambar 3. 17 Proses Penyaringan Cangkang Kerang
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025



Gambar 3. 18 Penghalusan Cangkang Kerang
Sumber: Dokumentasi Lapangan 2025

- b. Proses Penyaringan *Spent Bleaching Earth* (SBE)
 1. Keringkan SBE dengan cara menjemur di bawah sinar matahari agar tidak menggumpal.
 2. Hancurkan gumpalan dengan ditumbuk ringan
 3. Ayak menggunakan saringan No.200 untuk memisahkan batu atau benda lainnya
 4. Ambil hasil ayakan lalu diletakkan di wadah yang tertutup.

3.3.2 Uji Propertis

1. Pengujian Berat *Volume* Agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi (satuan) pasir dan kerikil yakni angka yang menyatakan perbandingan antara berat agregat terhadap *volume* tertentu dalam satuan kg/m^3 . Metode pengujian berat *volume* agregat dilakukan dengan, (SNI-03-4804-1998). Berikut adalah tahapan pengujian berat *volume* agregat :

- a. Tahap penusukan
 1. Penimbangan wadah kosong, timbang dan catat berat wadah (W1)
 2. Pengisian dan pemadatan benda uji, isi wadah dengan benda uji 3 lapis dengan ketebalan yang sama. Padatkan setiap lapis menggunakan tongkat pemadat dengan cara menusuk sebanyak 25 kali
 3. Perataan benda uji, ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata

4. Penimbangan wadah dan benda uji, timbang dan catat berat wadah beserta benda uji (W_2)
5. Hitung berat benda uji (W_3) dengan rumus : $W_3 = (W_2 - W_1)$
6. Cara gembur/ lepas
7. Timbang dan catat berat wadah (W_1)
8. Isi wadah dengan benda uji 3 lapis dengan ketebalan yang sama
9. Ratakan permukaan benda uji, timbang dan catat wadah beserta benda uji (W_2)
10. Hitung berat benda uji (W_3) dengan rumus: $W_3 = (W_2 - W_1)$



Gambar 3. 19 Pengujian Berat *Volume* Agregat Kasar
Sumber: Dokumentasi Lapangan 2025



Gambar 3. 20 Pengujian Berat *Volume* Agregat Halus
Sumber: Dokumentasi Lapangan 2025

2. Analisa saringan agregat

Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh ditunjuk dalam table atau grafik. Metode pengujian analisa saringan mengacu pada (SNI 03-1969, 1990) yang mencakup jumlah dan jenis-jenis agregat baik agregat halus maupun agregat kasar. Berikut langkah pengujian analisa saringan agregat.

- 1) Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada pengujian analisa saringan. Periksa keadaan alat apakah dalam keadaan baik ataupun tidak
- 2) Keringkan benda uji dengan cara dimasukkan kedalam oven dengan suhu (110°c).
- 3) Susun ayakan sesuai dengan urutan ayakan yang akan digunakan yaitu untuk agregat kasar menggunakan ayakan (38,1 19 9,5 4,75 2,36 1,18 0,6 0,25 0,15 pan) sedangkan untuk agregat halus menggunakan ayakan (4,8 2,4 1,2 0,6 0,3 0,15 pan).
- 4) Masukkan benda uji kedalam saringan sesuai dengan berat yang telah ditentukan.
- 5) Setelah disusun sesuai dengan urutannya dan benda uji tela dimasukkan letakkan ayakan pada alat penggetar Shive Shaker
- 6) Periksa baut dan mur pada alat penggetar kemudian kencangkan baut dengan benar agar pada saat melakukan pengayakan dapat berjalan dengan baik.
- 7) Hidupkan alat penggetar *shieve shaker* dan tunggu hingga 15 menit untuk penyaringan agregat.
- 8) Apabila sudah mencapai waktu 15 menit matikan alat penggetar *shieve shaker* dan benda uji dimasukkan kedalam wadah. Agar agregat yang tertahan didalam ayakan harus disikat dengan sikat lembut, pada langkah ini benda uji dituang secara perlahan agar tidak ada butiran benda uji yang terbang.



Gambar 3. 21 Pengujian Analisa Saringan
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

3. Pemeriksaan kadar air agregat

Pemeriksaan kadar air agregat dilakukan untuk mengetahui persentase kandungan air dalam agregat. Metode pengujian ini dilakukan dengan mengacu pada (SNI 03-1971-1990, 1990). Berikut langkah-langkah pengujian kadar air agregat :

- 1) Siapkan perlengkapan alat yang diperlukan untuk pengujian ini
- 2) Catat berat wadah kosong terlebih dahulu (W1)
- 3) Masukkan benda uji kedalam wadah dan timbang kembali untuk mendapatkan berat wadah beserta benda uji (W2)
- 4) Hitung berat benda uji (W3)
- 5) Panaskan bend uji kedalam oven pada suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam
- 6) Setelah kering, timbang kembali benda uji beserta wadah untuk mendapatkan berat akhir (W4)
- 7) Hitung berat benda uji kering (W5)



Gambar 3. 22 Pengujian Kadar Air Agregat
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

4. Pengujian berat jenis agregat

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk memperoleh besaran angka yang menyatakan nilai berat jenis curah, berat jenis semu jenuh kering muka dan penyerapan air pada agregat yang diuji. Metode pengujian ini mengacu pada (SNI-03-4804-1998) untuk agregat halus dan SNI 03-1996-1990 untuk agregat kasar. Berikut langkah pengujian berat jenis :

a. Agregat Halus

- 1) Persiapan benda uji lalu saring agregat halus yang lolos saringan No.4 (4,75 mm) rendam benda uji selama 24 jam. Setelah 24 jam ambil benda uji dari perendaman setelah itu masukkan dalam wadah agar agregatnya tidak terbang.
- 2) Tuang ke dalam talam sebagai alas untuk pengeringan benda uji, keringkan benda uji diudara panas dengan cara membolak balikan benda uji dan lakukan pengeringan sehingga mencapai keadaan kering permukaan jenuh.
- 3) Apabila sudah mencapai keadaan kering permukaan lalu periksa keadaan kering permukaan dengan memasukkan agregat kedalam kerucut terpancung, lalu padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali yaitu 3 bagian isi dengan tumbukan 8 8 9, angkat kerucut terpancung lalu lihat keadaan pasir jenuh kering muka akan runtuh tetapi bentuknya akan tampak seperti kerucut terpancung.
- 4) Setelah mencapai keadaan pasir jenuh kering muka ambil agregat masukkan kedalam wadah lalu timbang sebanyak 500 gr.

- 5) Siapkan piknometer, lalu timbang picnometer beserta tutupnya dengan ketelitian 0,1 gr, masukkan air kedalam picnometer dan timbang kembali picnometer dengan tambah air suling.
- 6) Masukkan pasir yang telah ditimbang tadi kedalam picnometer lalu guling pasir didalam picnometer agar tidak ada rongga udara yang ada didalam pasir tersebut. Lalu diamkan picnometer tersebut selama 24 jam.
- 7) Setelah 24 jam ambil picnometer lalu bersihkan picnometer dari busa dan kurangkan air sampai batas yang telah ditentukan, lalu timbang picnometer tersebut.
- 8) Keluarkan pasir dari picnometer kedalam wadah dan usahakan pasir tidak ada yang tersisa didalam picnometer tersebut. Buang air yang ada di dalam wadah tersebut kemudian masukkan kedalam oven diamkan selama 24 jam.
- 9) Ambil agregat yang di dalam oven lalu diamkan beberapa saat agar benda uji dingin, saat benda uji sudah dingin timbang berat benda uji tersebut.

b. Agregat Kasar

- 1) Persiapan benda uji lalu saring agregat dengan ayakan No.4 (4,75 mm) lalu rendam benda uji selama 24 jam. Setelah 24 jam ambil benda uji dari perendaman setelah itu masukkan kedalam wadah.
- 2) Tuang kedalam talam sebagai alas untuk pengeringan benda uji, keringkan benda uji diudara panas dengan cara mengelap benda uji menggunakan kain lap dan lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
- 3) Apabila benda uji sudah dalam keadaan kering permukaan lalu timbang berat sample kondisi SSD dengan berat benda uji 5000 gr.
- 4) Sediakan air pada wadah secukupnya. Masukkan air kedalam keranjang kawat,lalu masukkan kedalam air dalam keadaan menggantung dan gunakan alat penggantung, goyang-goyangkan keranjang agar tidak ada gelembung udara yang ada pada agregat, lalu timbang benda uji dalam air.
- 5) Timbang dan catat berat wadah, lalu masukkan benda uji yang ada dalam wadah lalu masukkan kedalam oven diamkan selama 24 jam.
- 6) Timbang berat benda uji dan wadah lalu hitung berat sampel kering oven.



Gambar 3. 23 Pengujian Berat Jenis Agregat
Sumber : Dokumentasi Lapangan 2025

5. Pemeriksaan Keausan Agregat dan Penyerapan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui angka keausan tersebut yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat benda tertahan aus lolos saringan No.12 (1,7 mm), pengujian keausan agregat dapat dilakukan dengan salah satu dari tujuh cara berdasarkan analisa saringan.

- 1) Siapkan alat bahan yang digunakan
 - a. Alat : Timbangan, wadah, talam, mesin abrasi *Los Angeles*, bola baja 11 buah, saringan No.12, 3/8 dan 3/4, dan oven
 - b. Bahan : Agregat kasar lolos saringan 3/4, tertahan 1/2. Agregat kasar lolos saringan 1/2 tertahan 3/8
- 2) Setelah menentukan ketegori pengujian, masukkan benda uji serta bola baja kedalam mesin abrasi *Los Angeless*
- 3) Putar mesin dengan kecepatan 30-33 rpm, jumlah gradasi A, gradasi B, gradasi C, dan gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F dan gradasi G adalah 1000 putaran
- 4) Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12 (1,7 mm) butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih.

6. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan kadar agregat menggunakan metode yang mengacu pada SNI 03-4142-1996. Tujuan dari pemeriksaan kadar lumpur ini adalah untuk menentukan kadar lumpur dalam agregat. Untuk agregat halus dalam pembuatan beton adalah

<5% dan untuk agregat kasar adalah <1%. Berikut tahapan pengujian kadar lumpur agregat.

A. Agregat Halus

- 1) Siapkan sampel agregat halus yang telah dioven sebanyak 1000 gram.
- 2) Masukkan pasir tersebut kedalam wadah pencuci dan tambahkan air secukupnya sampai semua terendam
- 3) Goncang-goncangkan wadah, kemudian tuangkan air cucian kedalam ayakan No.200
- 4) Ulangi langkah ke 3 sampai air cucian tampak bersih
- 5) Masukkan kembali butir-butir yang tersisa diayakan No.200 kedalam wadah kemudian masukkan kedalam oven untuk dikeringkan sampai mutlak
- 6) Timbang kembali pasir setelah kering oven

3.3.3 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan pada umur 7, 28, dan 56 hari menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 110 mm dan tinggi 210 mm dengan jumlah benda uji sebanyak 9 sampel dalam satu kali pengujian. Tujuan dari pengujian kuat tekan ini yaitu untuk mengetahui kekuatan tekan beton dari hasil *Mix design* atau campuran yang telah dibuat sesuai dengan yang telah direncanakan. Menggunakan SNI 03-1974-2011. Berikut proses pengujian kuat tekan beton :

- 1) Ambil benda uji dari dalam bak perendaman
- 2) Bersihkan dengan kain pelembab
- 3) Kemudian timbang SSD
- 4) Lalu melakukan pengukuran dimensi benda uji
- 5) Letakan benda uji pada mesin tekan secara simetris. Tekan beton dengan benar pada mesin kuat tekan
- 6) Catatlah beban maksimum dari hasil pengujian tersebut.



Gambar 3. 24 Pengujian Kuat Tekan
Sumber : Dokumentasi Skripsi 2025

3.3.4 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji beerbentuk balok yang memiliki ukuran 600x150x150 mm. Tujuan pengujian kuat lentur adalah untuk mengetahui kekuatan dan ketahanan beton. Berikut proses pengjian kuat lentur beton :

- 1) Siapkan benda uji
- 2) Buat grid pada balok dengan jarak 75cm-150cm-150cm-150cm-75cm untuk menandai titik tumpuan dan pembacaan arah retakan balok
- 3) Letakkan balok diatas tempat uji lentur, kemudian letakkan tumpuan pada grid tertentu.
- 4) Pasang alat uji lentur dan pembebanan diatas balok, dan lakukan pembebanan dengan memompa.
- 5) Setelah benda uji patah hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang ada pada dial.



Gambar 3. 25 Pengujian Kuat Lentur
Sumber : Dokumentasi Skripsi 2025

3.4 Jumlah Sampel/Benda Uji

Adapun jumlah sampel beton yang direncanakan pada penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Jumlah Benda Uji

Tipe campuran	Perawatan	Pengujian	Umur			Jumlah
			7	28	56	
Beton normal	Air laut	Kuat tekan	3	3	3	9
		Kuat lentur	-	2	-	2
	Air tawar	Kuat tekan	3	3	3	9
		Kuat lentur	-	2	-	2
Campuran SBE dan cangkang kerang 7,5%	Air laut	Kuat tekan	3	3	3	9
		Kuat lentur	-	2	-	2
	Air tawar	Kuat tekan	3	3	3	9
		Kuat lentur	-	2	-	2
Total						44

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

3.5 Perencanaan Job Mix Design

Berikut merupakan perencanaan *jobmix design* menggunakan standar SNI 03-2834-2000.

Tabel 3. 2 Perencanaan Job Mix Design

NO	URAIAN		
1	Kuat Tekan Yang disyaratkan,Pada Umur 28 hari(f_c)	25	MPA
2	Deviasi Standart(s_d)	7	
3	Nilai Tambah (<i>margin</i>)	11,48	kg/m ²
4	Kuat Tekan Rata-Rata Yang direncanakan (f_c')	36,48	kg/m ²
5	Jenis semen	Dinamix	
6	Jenis agregat kasar (batu pecah)	Tj. Balai Karimun	
7	Faktor air semen	0,51	
8	Faktor air semen maksimum	0,60	
	dipakai faktor air semen yang rendah	0,36	
9	Nilai <i>slump</i>	60 - 180	mm
10	Ukuran maksimum Agregat Kasar	40	mm
11	Kebutuhan air	185	liter
12	Kebutuhan semen	363	kg
13	Kebutuhan semen minimum	325	kg
14	Dipakai kebutuhan semen	513,89	kg

NO	URAIAN		
15	Penyesuain jumlah air atau F.A.S	-	
16	Daerah Gradasi Agregat Halus	1	
17	Persen berat Ag. Halus tahap campuran	40	%
18	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	2,6	kg/m ³
19	Berat jenis beton	2300,9	kg/m ³
20	Kebutuhan agregat	1616	kg/m ³
21	Kebutuhan agregat halus	527	kg/m ³
22	Kebutuhan agregat kasar	1089	kg/m ³

Sumber : olahan data skripsi 2025

Proporsi bahan campuran beton untuk 1 sampel benda uji yaitu :

Tabel 3. 3 Proporsi campuran untuk 1 sampel

Bentuk	volume	Air (kg)	Ag.Halus (kg)	Ag.kasar (kg)	Semen
	1 m3	170,64	527,04	1.089,44	513,89
Balok	0,01755	2,99	9,25	19,12	9,02
Silinder	0,002471	0,42	1,30	2,69	1,27

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Proporsi bahan campuran beton untuk 1 sampel benda uji substitusi cangkang kerang dan *Spent Bleaching Earth* sampel yaitu :

Tabel 3. 4 proporsi campuran 1 sampel substitusi

Bentuk	volume	Air (kg)	Ag.Halus (kg)	Ag.kasar (kg)	Semen	CK	SBE
	1 m3	170,64	527,04	1.089,44	513,89	1,33	1,77
Balok	0,01755	2,99	9,25	19,12	9,02	0,20	0,27
Silinder	0,002471	0,42	1,30	2,69	1,27	0,03	0,04

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Propertis agregat

4.1.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Berdasarkan pemeriksaan berat jenis agregat kasar, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Agregat Kasar

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji		Rata-Rata
		S1	S2	
1	Berat contoh ssd di udara (gr)	5000	5000	
2	Berat contoh ssd di air (gr)	3076	3074	
3	Berat contoh kering oven (gr)	4966	4954	
4	<i>Apparent spesific gravity</i>	2,63	2,64	2,63
5	<i>Bulk Spesific grafity on dry basic</i>	2,65	2,66	2,65
6	<i>Bulk Spesific grafity on SSD basic</i>	2,60	2,60	2,60
7	<i>% Water absortion</i>	0,68	0,93	0,81

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil dari pemeriksaan berat jenis agregat kasar ini adalah 2,60 gr/cm³ nilai ini sesuai dalam spesifikasi berat jenis yang ditentukan berdasarkan *range* SNI 03-1969-1990 yaitu 2,58 s/d 2,83 gr/cm³.

4.1.2 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Berdasarkan pemeriksaan kadar air agregat kasar, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Uji Propertis Kadar Air Agregat Kasar

NO	Uraian Percobaan	benda uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	211	220
2	Berat Wadah+Kerikil	5211	5220
3	Berat Kerikil Basah (gr)	5000	5000
4	Berat Wadah + berat kerikil kering oven (gr)	5177	5174
5	Berat kerikil kering oven(gr)	4966	4954
6	Kadar air (%)	0,68	0,92
7	Rata-rata (%)	0,8	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar adalah 0,8% yang mana kadar air agregat kasar tidak memenuhi standar spesifikasi yang mengacu pada SNI -1970-1990 tentang kadar air yaitu 3 s/d 5%.

4.1.3 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

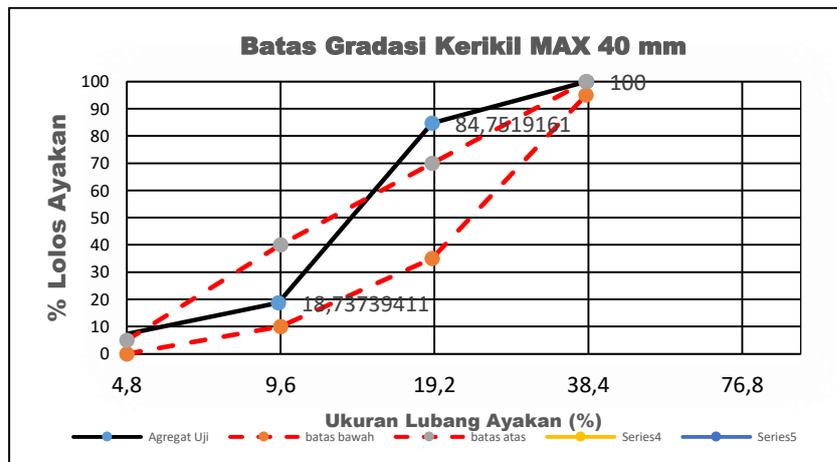
Berdasarkan pemeriksaan analisa saringan agregat kasar, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Uji Propertis Analisa Saringan Agregat Kasar

Ayakan + Agregat		Berat Ayakan	Lubang Ayakan (MM)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lewat Ayakan (gr)	Persen Tertahan	persen lewat ayakan	tertahan kumulatif %
S1	S2							
0	0	391	38,1	0	5000		100	0
816	800	430	19	756	4244	15,2	84,8	15,2
1884	2015	313	9,5	3273	971	66,0	18,7	81,3
623	585	315	4,75	578	393	11,7	7,1	92,9
550	490	407	3,36	226	167	4,6	2,5	97,5
430	423	401	1,18	51	116	1,0	1,5	98,5
408	407	397	0,6	21	95	0,4	1,1	98,9
258	258	250	0,25	16	79	0,3	0,7	99,3
306	306	301	0,15	10	69	0,2	0,5	99,5
425	434	416	SISA	27	42	0,54	0,00	
				4958		100		
							MHB	6,8306

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar di peroleh nilai modulus kehalusan butiran sebesar 6,8 Nilai ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat yang telah ditetapkan yaitu sebesar 5 s/d 8.



Gambar 4. 1 Batas Gradasi Kerikil
Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Di atas merupakan grafik yang menggambarkan kesesuaian butiran agregat dari analisa saringan agregat kasar diperoleh batas gradasi agregat kasar butiran maksimum 40 mm.

4.1.4 Pemeriksaan Berat *Volume* Agregat Kasar

Berdasarkan pemeriksaan berat *volume* agregat kasar, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini

Tabel 4.4 Hasil Uji Propertis Berat *Volume* Agregat Kasar

Uraian	Berat <i>volume</i> kg/m ³			Rata-rata
	S1	S2	S3	
Lepas	1492,45	1478,77	1494,47	1488,56
Getar	1615,09	1632,90	1613,08	1620,36
Tusuk	1567,40	1584,10	1595,88	1582,46

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Berat *volume* agregat kasar didapatkan dengan cara lepas yaitu 1,48 kg/m³, dengan cara getar/pukul sebesar 1,62 kg/m³, dan dengan cara tusuk 1,58. Berdasarkan syarat spesifikasi SNI 03-1970-1990 dimana hasil ini memenuhi syarat spesifikasi berat *volume* agregat kasar yaitu >1,2 kg/m³. Agregat kasar ini dapat digunakan untuk pembuatan beton normal, dikarenakan kepadatan agregat yang menyebabkan *volume* pori beton semakin mengecil dan kekuatan beton akan meningkat.

4.1.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Berdasarkan pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini

Tabel 4.5 Hasil Uji Propertis Kadar Lumpur Agregat Kasar

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	218	202
2	Berat Wadah+Kerikil(gr)	1218	1202
3	Berat Kerikil Sebelum cuci (gr)	1000	1000
4	Berat kerikil kering oven setelah cuci(gr)	993	992
5	Kadar lumpur (%)	0,70	0,81
6	Rata-rata (%)	0,76	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar didapat nilai rata-rata yaitu 0,76% yang berdasarkan spesifikasi SNI 03-1970-1990 kadar lumpur agregat kasar memenuhi standar yaitu <1%. Nilai ini menunjukkan bahwa agregat kasar yang diuji memiliki tingkat kebersihan yang cukup baik dan aman untuk digunakan dalam campuran beton.

4.1.6 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Berdasarkan pemeriksaan keausan agregat kasar, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini

Tabel 4.6 Hasil Uji Propertis Keausan Agregat Kasar

NO	Uraian percobaan	Benda uji	
		S1	S2
1	Berat benda uji		
	Lolos # ¾, Tertahan #½	2500	2500
	Lolos # ½, Tertahan #¾	2500	2500
	TOTAL (W1)	5000	5000
2	Berat benda uji tertahan # (no 12)*W2)	3164	3201
3	Ketahanan aus = $((W1-W2)/W1)*100\%$	36,72	35,98
4	Rata - rata (%)	36,35	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar didapat nilai rata-rata yaitu 36,35% yang berdasarkan spesifikasi SNI 03-1970-1990 kadar lumpur agregat kasar memenuhi standar yaitu < 40%. Nilai ini menunjukkan bahwa agregat kasar in memiliki daya tahan yang cukup baik terhadap gesekkan dan benturan sehingga dapat digunakan dalam campuran beton.



Gambar 4. 2 Sampel Pemeriksaan Keausan Agregat

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

4.1.7 Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Berdasarkan pemeriksaan berat jenis semen, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Semen

No	Uraian percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Le chateleir kosong	142,7	134,8
2	Berat semen	64	64
3	Berat botol + korosin	333,2	329,6
4	Bacaan suhu (V1)	1	0,7
5	Berat Le chateleir + korosin + semen	397,9	393,3
6	Bacaan suhu (V2)	21,6	21,5
7	Berat jenis semen	3,1	3,1
8	Rata Rata	3,1	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan berat jenis semen di dapat nilai rata-rata yaitu 3,1% yang berdasarkan spesifikasi SNI 03-1970-1990 berat jenis semen memenuhi standar yaitu 3 s/d 3,2. Dapat disimpulkan bahwa semen yang diuji memiliki mutu yang baik, bersih dari bahan pengotor, dan layak digunakan untuk pembuatan beton.

4.1.8 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Berdasarkan pemeriksaan berat jenis agregat halus, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Agregat Halus

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji		Rata-Rata
		S1	S2	
1	Berat picno (gr)	181,5	163,4	172,45
2	Berat contoh ssd di udara (gr)	500	500	500
3	Berat picno + air + agregat (gr)	968,5	944,6	956,55
4	Berat picno + Air	676,6	659,8	668,2
5	Berat Contoh kering oven (gr)	499,4	497,3	498,35
6	Apparent spesific gravity	2,41	2,34	2,4
7	Bulk Spesific grafity on dry basic	2,40	2,31	2,4
8	<i>Bulk Spesific grafity on SSD basic</i>	2,40	2,32	2,4
9	% Water absortion	0,12	0,54	0,33

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus ini adalah 2,4 gr/cm³. Nilai ini memenuhi syarat. Spesifikasi berat jenis dan rata-rata penyerapan air 0,33 % yang

mana berdasarkan syarat spesifikasi berat jenis agregat halus mengacu pada SNI 03-1970-1990 yaitu < 5%.

4.1.9 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Berdasarkan pemeriksaan kadar air agregat halus, di dapatkan hasil pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.9 Hasil Uji Propertis Kadar Air Agregat Halus

NO	Uraian Percobaan	benda uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	203	203
2	Berat Wadah+Pasir	3203	3203
3	Berat Pasir Basah (gr)	3000	3000
4	Berat Wadah + berat Pasir kering oven (gr)	3114	3104
5	Berat Pasir kering oven(gr)	2911	2901
6	Kadar air (%)	3,0	3,3
7	Rata-rata (%)	3,1	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus adalah 3,74% yang mana memenuhi standar spesifikasi yang mengacu pada SNI 03-1970-1990 kadar air yaitu 3 s/d 5%. Nilai ini menunjukkan bahwa agregat memiliki kelembapan yang cukup untuk menjaga stabilitas campuran, tanpa memberikan dampak negatif terhadap mutu beton yang dihasilkan.

4.1.10 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

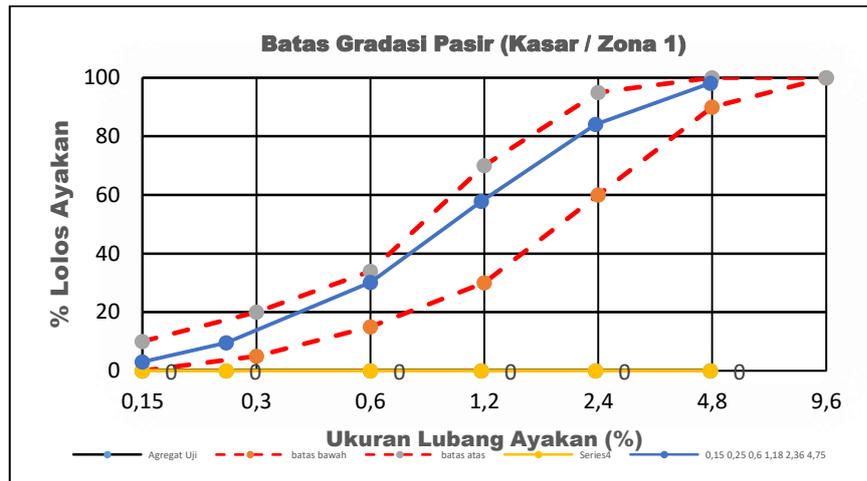
Dari pemeriksaan analisa saringan agregat halus di dapat nilai berikut ini.

Tabel 4.10 Hasil Uji Propertis Analisa Saringan Agregat Halus

Ayakan + Agregat	berat ayakan	Lubang Ayakan (MM)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lewat Ayakan (gr)	persen tertahan	persen lewat ayakan	tertahan kumulatif %
353	315	4,75	38	1958	1,90	98,10	1,90
686	407	2,36	279	1679	13,98	84,12	15,88
925	401	1,18	524	1155	26,25	57,87	42,13
951	397	0,6	554	744	27,76	30,11	69,89
661	250	0,25	411	333	20,59	9,52	90,48
430	301	0,15	129	204	6,46	3,06	96,94
477	416	0	61	143	3,06	0,00	
			1996		100		
						MHB	3,172

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Dari tabel 4.10 Adapun zona agregat halus yang diperoleh berdasarkan perhitungan analisa saringan adalah agregat halus memasuki Zona 1. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus diperoleh nilai modulus kehalusan butiran sebesar 3,17 dimana nilai ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat yang telah ditetapkan yaitu sebesar 1,5 s/d 3,8.



Gambar 4. 3 Zona Batas Gradasi Pasir
Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

4.1.11 Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus

Berdasarkan pada SNI 03-1970-1990 untuk nilai berat *volume* agregat halus dari pengujian propertis di dapat nilai seperti dibawah ini.

Tabel 4.11 Hasil Uji Propertis Berat Volume Agregat Halus

Uraian	Berat Volume kg/m ³			Rata-rata
	S1	S2	S3	
Lepas	1363,26	1376,36	1369,01	1369,54
Getar	1574,76	1598,72	1585,30	1586,26
Tusuk	1474,76	1509,27	1532,59	1505,54

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Untuk nilai berat *volume* agregat halus di dapatkan dengan cara lepas yaitu 1,36 kg/m³, dengan cara getar/pukul sebesar 1,58 kg/m³, dan dengan cara tusuk 1,50. Nilai memenuhi syarat spesifikasi berat *volume* agregat halus yaitu >1,2 kg/m³ dimana nilai tersebut menunjukkan agregat halus memiliki densitas yang cukup baik dan layak digunakan dalam campuran.

4.1.12 Pemeriksaan Kadar lumpur agregat halus

Berdasarkan pengujian kadar lumpur agregat halus didapat nilai seperti dibawah ini.

Tabel 4.12 Hasil Uji Propertis Kadar Lumpur Agregat Halus

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	100	75
2	Berat Wadah+Pasir(gr)	1000	1075
3	Berat Pasir Sebelum cuci (gr)	1000	1000
4	Berat kerikil kering oven setelah cuci(gr)	968	960
5	Kadar lumpur (%)	3,31	4,17
6	Rata-rata (%)	3,74	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Kadar lumpur agregat halus sebesar 3,74% berdasarkan syarat spesifikasi SNI 03-1970-1990. Nilai ini memenuhi syarat yaitu <5%. Menunjukkan bahwa agregat bersih dan layak digunakan untuk campuran beton.

4.1.13 Pemeriksaan Berat Jenis Cangkang Kerang

Berdasarkan pengujian berat jenis cangkang kerang, hasil yang didapatkan dari pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.13 Hasil Uji Propertis Berat Jenis Cangkang Kerang

No	Uraian percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Le chateleir kosong	126,2	142,6
2	Berat Cangkang Kerang	64	64
3	Berat botol + korosin	331,1	335,9
4	Bacaan suhu (V1)	0,7	0,8
5	Berat Le chateleir + korosin + ck	402,2	397,9
6	Bacaan suhu (V2)	21,5	23,8
7	Berat jenis ck	3,1	2,8
8	Rata Rata%	2,9	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Percobaan pengujian berat jenis cangkang kerang didapat nilai sebesar 2,9 menunjukkan bahwa material ini cukup padat dan mendekati berat jenis semen.

Dengan karakteristik tersebut serta potensi reaktivitas dan kandungan kimia yang serupa, cangkang kerang dinilai sesuai digunakan substitusi semen dalam campuran.

4.1.14 Pemeriksaan Berat Jenis SBE

Berdasarkan pemeriksaan berat jenis SBE, hasil yang didapatkan dari pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.14 Hasil Uji Propertis Berat Jenis SBE

No	Uraian percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Le chateleir kosong	123,5	136,8
2	Berat SBE	64	64
3	Berat botol + korosin	333,8	340,2
4	Bacaan suhu (V1)	0,7	0,9
5	Berat Le chateleir + korosin + sbe	396,6	401,2
6	Bacaan suhu (V2)	20,5	22,3
7	Berat jenis sbe	3,2	3,0
8	Rata Rata	3,1	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Dari hasil perhitungan, berat jenis SBE ini di dapat nilai rata-rata 3,1. Nilai ini tergolong tinggi dan menunjukkan bahwa SBE memiliki kerapatan yang cukup baik, secara teknis dapat dimanfaatkan sebagai substitusi semen dalam campuran beton.

4.2 Pengujian Slump

Tujuan uji *slump* yaitu dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan campuran beton yang digunakan, sehingga dapat dilihat apakah komposisi material yang dipakai sudah sesuai dengan mutu beton yang direncanakan. Nilai *slump* dari campuran adukan beton dari penelitian ini adalah 6 cm dan 8 cm, sehingga didapat rata-rata nilai *slump* sebesar 6,5 cm untuk beton normal dan 6 cm untuk beton dengan bahan tambah. Dengan demikian nilai *slump* yang diperoleh telah sesuai dengan yang direncanakan.

Tabel 4.15 Nilai Slump

No	Variasi Beton	Nilai Slump
1	Beton Normal	6,5
2	BCK + SBE	6

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025



Gambar 4. 4 Nilai Slump
 Sumber: Dokumentasi Lapangan 2025

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh karakteristik bahan penyusunnya, proporsi campuran yang digunakan, metode pencampuran dan pemadatan, serta proses perawatan selama beton mengeras. Beton memiliki kemampuan menahan beban tekan yang tinggi, bahkan melebihi baja dalam aspek tekanannya. Oleh karena itu, kekuatan tekan beton sangat menentukan mutu dan kemampuan struktur dalam menghadapi beban tekanan pada bangunan.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan metode dua jenis air rendaman yaitu air tawar dan air laut saat benda uji berumur 7 hari, 28 hari, dan 56 hari dengan variasi penambahan SBE sebanyak 4% dan 3,5% untuk Cangkang Kerang. Pengujian dilakukan selama 56 hari bertujuan untuk melihat kenaikan kuat tekan beton seiring bertambahnya umur perawatan.

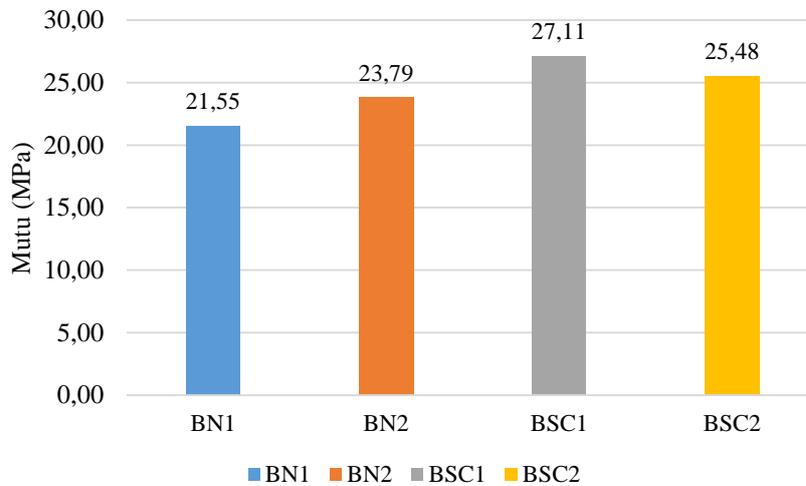
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Kode	Umur Perawatan	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
	(Hari)		
BN1	7	25,73	21,55
	7	16,28	
	7	22,65	
	28	33,71	31,44
	28	29,58	
	28	31,02	
	56	26,48	23,37
	56	23,44	
	56	20,20	

Kode	Umur Perawatan (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
BN2	7	24,53	23,79
	7	24,89	
	7	21,94	
	28	30,04	28,86
	28	26,33	
	28	30,21	
	56	21,42	24,51
	56	23,61	
	56	28,50	
BSC1	7	23,98	27,11
	7	28,40	
	7	28,95	
	28	33,88	30,79
	28	26,60	
	28	31,90	
	56	26,91	26,13
	56	16,79	
	56	34,70	
BSC2	7	17,95	25,48
	7	28,12	
	7	30,36	
	28	29,20	31,13
	28	31,81	
	28	32,38	
	56	31,14	25,23
	56	20,56	
	56	24,00	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Kode : BN1 = Beton Normal Air Tawar
 BN2 = Beton Normal Air Laut
 BSC1 = Beton SBE+CK Air Tawar
 BSC2 = Beton SBE+CK Air Tawar

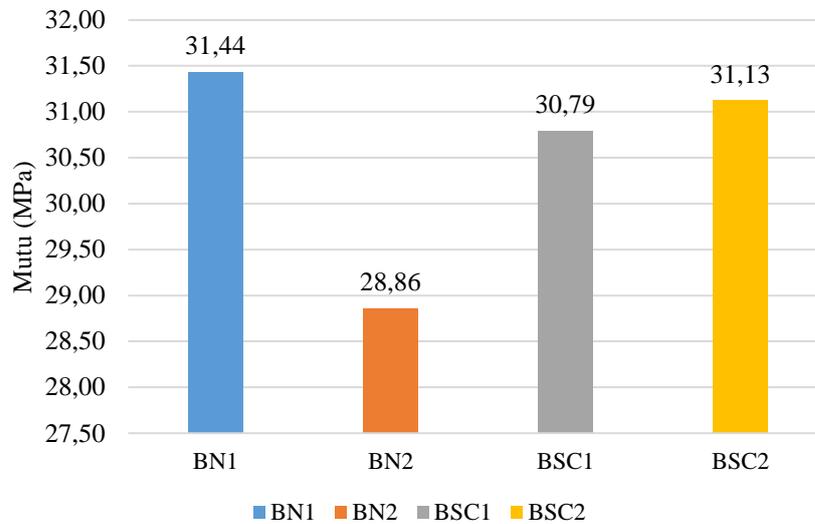


Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Pada grafik terlihat bahwa kuat tekan rata-rata beton pada umur 7 hari bervariasi sesuai dengan jenis material campuran dan media perendaman. BN1 memiliki kuat tekan sebesar 21,55 MPa, BN2 menunjukkan peningkatan menjadi 23,79 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 10,41%. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi air laut pada umur 7 hari bagus untuk umur awal beton. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa air laut dapat mempercepat reaksi pengikatan semen, meningkatkan kekuatan awal beton, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan jangka panjang akibat reaksi kimia dan kristalisasi garam.

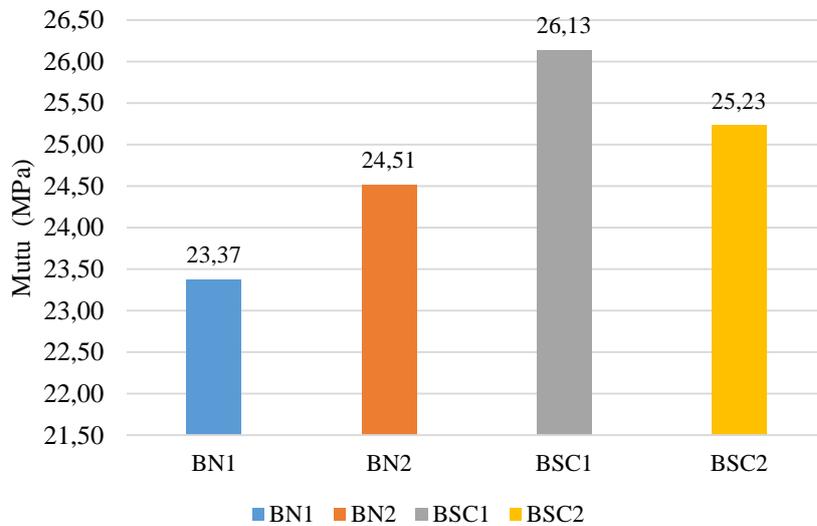
Sementara itu, beton dengan penambahan *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan Cangkang Kerang (CK) sebagai substitusi sebagian semen memperlihatkan hasil yang signifikan. Beton BSC1 memiliki kuat tekan tertinggi, yaitu 27,11 MPa, atau meningkat sebesar 25,81% dibandingkan beton normal BN1. Beton BSC2 juga menunjukkan peningkatan kuat tekan sebesar 7,11% dibandingkan BN2 dengan nilai sebesar 25,48 MPa. Namun, bila dibandingkan dengan BSC1, BSC2 mengalami penurunan kuat tekan sebesar 6,02%, menandakan bahwa media air laut sedikit menurunkan efektivitas reaksi penguat dalam beton yang menggunakan SBE dan CK, dibandingkan jika beton tersebut direndam dalam air tawar.



Gambar 4. 6 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

BN1 menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 31,44 MPa, sedangkan BN2 menurun menjadi 28,86 MPa, dengan penurunan sebesar 8,18%. Penurunan ini menunjukkan bahwa media air laut sedikit mengurangi efisiensi pengikatan pada beton normal. Sebaliknya, pada beton dengan tambahan limbah *Spent Bleaching Earth* SBE dan cangkang kerang CK, kuat tekan dalam air tawar BSC1 sebesar 30,79 MPa justru sedikit meningkat menjadi 31,13 MPa pada air laut BSC2, atau naik sebesar 1,10%. Ini mengindikasikan bahwa bahan tambahan SBE dan CK mampu menjaga bahkan meningkatkan kekuatan tekan beton pada lingkungan air laut. Secara keseluruhan, seluruh variasi beton dalam penelitian ini telah memenuhi mutu rencana, sehingga baik beton normal maupun beton dengan bahan substitusi dinilai layak digunakan.



Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Pada umur 56 hari, beton normal yang direndam dalam air laut BN2 mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,88% dibandingkan dengan beton normal dalam air tawar BN1, dari 23,37 MPa menjadi 24,51 MPa. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan ion garam dalam air laut dapat memberi sedikit kontribusi terhadap penguatan beton normal dalam jangka waktu tertentu. Sebaliknya, pada beton campuran *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang (CK), terjadi penurunan kuat tekan sebesar 3,44% dari 26,13 MPa BSC1 menjadi 25,23 MPa BSC2 saat direndam dalam air laut. Meski demikian, kedua variasi beton campuran tersebut masih mampu melampaui mutu rencana 25 MPa, sedangkan beton normal belum mencapainya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah SBE dan CK sebagai substitusi sebagian semen dapat meningkatkan mutu beton, khususnya pada umur 56 hari.

4.5 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada saat umur beton mencapai 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk balok yang memiliki ukuran 600x150x150 mm.

Tabel 4.17 Hasil Pegujian Kuat Lentur

Kode	Berat (kg)	Beban Maksimum (1Kn=1000 N) (P)	Jarak Bentang perletakan (mm) (L)	Lebar (mm) (b)	Tinggi (mm) (h)	Beban (P) (kN)	Kuat Lentur (PxL)(bxh ²) (Mpa)	Rata Rata (Fr) (Mpa)
BNT1	35	42000	450	150	150	42	5,60	5,5
BNT2	34	40000	450	150	150	40	5,33	
BNL1	35	50000	450	150	150	50	6,67	6,0
BNL2	35	40000	450	150	150	40	5,33	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

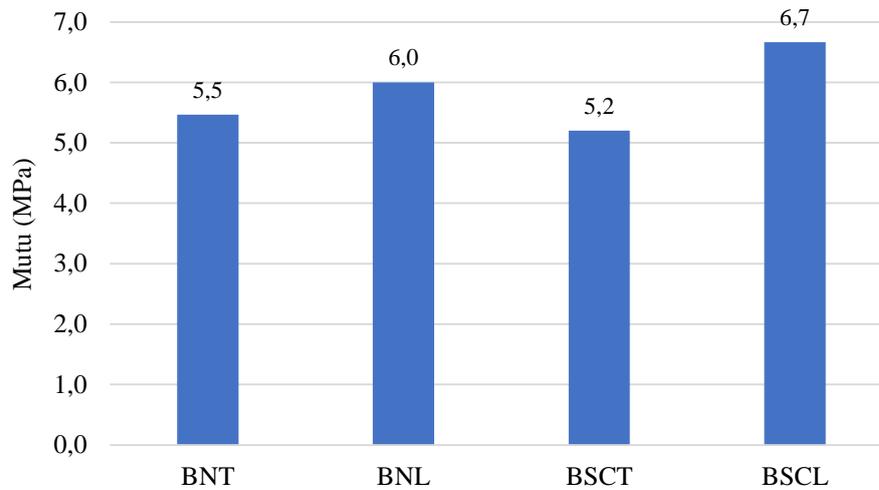
Tabel 4.18 Hasil Pegujian Kuat Lentur

Kode	Berat (kg)	Beban Maksimum (1Kn=1000 N) (P)	Jarak Bentang perletakan (mm) (L)	Lebar (mm) (b)	Tinggi (mm) (h)	Beban (P) (kN)	Kuat Lentur (PxL)(bxh ²) (Mpa)	Rata Rata (Fr) (Mpa)
BSCT1	34	40000	450	150	150	50	5,33	5,2
BSCT2	33	38000	450	150	150	38	5,07	
BSCL1	35	50000	450	150	150	50	6,67	6,7
BSCL2	35	50000	450	150	150	50	6,67	

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Kode BNT1 = Beton Normal Air Tawar1
 BNT2 = Beton Normal Air Tawar2
 BNL1 = Beton Normal Air Laut1
 BNL2 = Beton Normal Air Laut2

BSCT1 = Beton SBE+CK Air Tawar1
 BSCT2 = Beton SBE+CK Air Tawar2
 BSCL1 = Beton SBE+CK Air Laut1
 BSCL2 = Beton SBE+CK Air Laut2



Gambar 4. 8 Grafik Hasil Uji Kuat Lentur Beton 28 Hari

Sumber: *Olahan Data Skripsi 2025*

Pada grafik, terlihat bahwa nilai kuat lentur beton untuk BNT mencapai sekitar 5,5 MsPa. Sebaliknya, Beton BNL menunjukkan kuat lentur yang sedikit lebih tinggi, yaitu sekitar 6,0 MPa Kuat lentur BN2 meningkat 9,09% dibanding BNT. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman dalam air laut memberikan sedikit peningkatan kuat lentur dibandingkan dengan perendaman dalam air tawar.

Di sisi lain, untuk campuran beton BSCT menghasilkan kuat lentur sekitar 5,2 MPa, sedangkan BSCL mencatat kuat lentur sekitar 6,7 MPa menunjukkan peningkatan signifikan. Kuat lentur BSCL meningkat 28,85% dibanding campuran yang sama dalam air tawar. kuat lentur rata-rata dibandingkan dengan BNL (sekitar 6,0 MPa). Ini menunjukkan bahwa kombinasi SBE dan Cangkang Kerang bereaksi dengan baik terhadap lingkungan air laut, berpotensi karena adanya interaksi pozzolanik atau efek pengisi (filler) yang diperkuat oleh kondisi air laut.

Perendaman dalam air laut secara umum memberikan peningkatan kuat lentur beton dibandingkan air tawar, baik untuk beton normal maupun beton campuran. Peningkatan paling besar terjadi pada beton campuran BSC, yang menunjukkan peningkatan kuat lentur hingga 28,85% saat direndam dalam air laut. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi material *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang (BCK) memberikan reaksi positif terhadap lingkungan air laut, kemungkinan besar karena reaksi pozzolanik dan efek filler yang diperkuat oleh

kandungan mineral dalam air laut. Selain itu, kuat lentur beton BSCL juga lebih tinggi 11,67% dibandingkan BN2. Ini menunjukkan potensi kuat dari material alternatif tersebut dalam lingkungan laut.

4.6 Hubungan Koefisien Kuat Tekan Dan Lentur

Tabel 4.19 Koefisien K Teori

Kode	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Lentur (Mpa)	K Teori
	Silinder	Balok	
	Fc'	Fr	
BN1	31,44	5,5	0,62
BN2	28,86	6	0,62
BSC1	30,79	5,2	0,62
BSC2	31,13	6,7	0,62

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

Pada penelitian ini di dapat hasil hubungan koefisien kuat tekan dan kuat lentur pada umur 28 hari dengan nilai K pendekatan yaitu nilai standar atau teoritis yang digunakan adalah 0,62. Ini merupakan koefisien dalam rumus empiris $Fr = 0,62\sqrt{Fc'}$, yang menghubungkan kuat lentur (Fr) dengan kuat tekan silinder (Fc') dan untuk K pengujian nilai ini diperoleh dari data pengujian aktual, dihitung sebagai rasio kuat lentur hasil pengujian (Fr) terhadap akar kuadrat dari kuat tekan hasil pengujian (Fc'). Rumus nya adalah $K \text{ pengujian} = Fr/\sqrt{Fc'}$. Nilai ini ditunjukkan pada kolom "Fr/ $\sqrt{Fc'}$ " pada tabel dibawah. Berdasarkan Tabel 4.19 diperoleh nilai kuat tekan silinder dan kuat lentur balok dari masing-masing sampel. Nilai K teori yang digunakan sebagai acuan adalah 0,62.

Tabel 4.20 Koefisien K Pengujian

Kode	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Lentur (Mpa)	K = $Fr/\sqrt{Fc'}$	K Teori	Deviasi
	Silinder	Balok			
	Fc'	Fr			
BN1	31,44	5,5	0,981	0,62	0,36
BN2	28,86	6	1,117	0,62	0,50
BSC1	30,79	5,2	0,937	0,62	0,32
BSC2	31,13	6,7	1,201	0,62	0,58

Sumber: Olahan Data Skripsi 2025

BN1 nilai Kpengujian 0,981 sekitar 1,58 kali lebih besar dari K teori 0,62. Ini menunjukkan bahwa kuat lentur beton normal yang direndam air tawar pada 28 hari jauh lebih tinggi dari yang diprediksi oleh rumus standar 0,62. Nilai deviasi

0,36 pada BN1 terjadi karena kuat lentur meningkat lebih besar dari kuat tekan akibat efek positif dari air tawar selama curing dan agregat yang memiliki kualitas baik, sehingga menghasilkan rasio k pengujian yang lebih tinggi dari pendekatan teori 0,62.

BN2 nilai K pengujian 1,117 adalah yang tertinggi kedua dalam kelompok ini, sekitar 1,80 kali lebih besar dari K teori 0,62. Meskipun kuat tekannya sedikit lebih rendah dari BN AT, kuat lenturnya yang lebih tinggi menghasilkan koefisien k yang sangat baik. Deviasi sebesar 0,50 dari nilai K teori sebesar 0,62 ini menunjukkan adanya peningkatan kuat lentur beton yang sangat signifikan terhadap kuat tekannya. Beton BN2 merupakan beton normal yang mengalami perendaman dalam air laut selama 28 hari, dan hal ini diyakini menjadi salah satu faktor utama penyebab tingginya deviasi tersebut. Air laut mengandung ion-ion seperti klorida dan sulfat yang dapat mempercepat reaksi hidrasi awal beton.

BSC1 nilai K pengujian 0,937 juga jauh di atas pendekatan 0,62, sekitar 1,51 kali lebih besar. Meskipun kuat tekannya cukup tinggi, kuat lenturnya 5,2 MPa sedikit lebih rendah dibandingkan dengan BN1 dan BN2, menghasilkan koefisien K pengujian yang paling rendah di antara keempat campuran ini. Pada campuran BSC1, nilai K pengujian tercatat sebesar 0,937, menghasilkan deviasi sebesar 0,32 terhadap nilai K teori sebesar 0,62. Deviasi ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan performa kuat lentur terhadap kuat tekan beton, meskipun tidak sebesar pada campuran lainnya.

BSC2 nilai K pengujian 1,201 adalah yang tertinggi diantara semua, kuat lentur 6,7 MPa yang dicapai oleh campuran ini sangat tinggi relatif terhadap kuat tekannya, menunjukkan performa lentur yang luar biasa ketika disubstitusi dengan SBE dan CK dan direndam dalam air laut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dilakukan analisa dan pembahasan sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil uji menunjukkan bahwa penambahan *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang mampu meningkatkan kuat tekan beton. Pada umur 7 hari, nilai tertinggi dicapai oleh BSC dalam air laut sebesar 22,59 MPa. Umur 28 dan 56 hari, nilai tertinggi diperoleh dari BSC dalam air tawar sebesar 26,31 MPa dan 25,44 MPa. Penurunan kuat tekan BSC dari 28 ke 56 hari lebih kecil, yaitu 3,31% (air tawar) dan 3,61% (air laut), dibandingkan BN yang turun sebesar 8,09% dan 7,87%. Ini menunjukkan beton penambahan *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan cangkang kerang lebih stabil dalam menjaga kekuatan beton.
2. Penambahan *Spent Bleaching Earth* (4%) dan cangkang kerang (3,5%) terbukti meningkatkan kuat lentur beton pada umur 28 hari. Beton BSC menghasilkan kuat lentur sebesar 4,253 MPa (air laut) dan 4,018 MPa (air tawar), lebih tinggi dibanding beton normal yang hanya mencapai 3,804 MPa dan 3,661 MPa. Peningkatan kuat lentur mencapai 11,8% pada air laut yang menunjukkan bahwa reaksi pozzolanik dan efek pengisi (filler) dari SBE dan cangkang kerang di perkuat oleh kandungan mineral dalam air laut seperti ion kalsium.
3. Semua campuran beton yang diuji, baik beton normal maupun beton yang disubstitusi dengan SBE dan CK menunjukkan performa kuat lentur yang sangat baik relatif terhadap kuat tekannya. Koefisien pengujian ($F_r/\sqrt{F_c}$) untuk semua sampel jauh melampaui nilai koefisien pendekatan standar (0,62).

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan sebagai pertimbangan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian lebih lanjut mengenai variasi proporsi campuran BCK dan SBE perlu dilakukan untuk menemukan kombinasi yang optimal yang dapat meningkatkan kuat tekan dan durabilitas beton.
2. Berdasarkan hasil penelitian, SBE dan cangkang kerang terbukti dapat digunakan sebagai substitusi sebagian semen tanpa menurunkan kualitas mekanis beton. Oleh karena itu, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan kedua bahan ini dalam aplikasi beton di lingkungan wilayah pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, S. R., Zulfikar, S., & Prima, Y. (2023). Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Krisna*.
- Dermawan, D., & Ashari, M. L. (2018). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*,
- Ikhwan Habib, M., Eka Mayangsari, N., Luqman Ashari, M., Studi Teknik Pengolahan Limbah, P., Teknik Permesinan kapal, J., Perkapalan Negeri Surabaya, P., Teknik Kimia ITS, J., & Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, P. (2022). Kajian Teknis Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth sebagai Substitusi Agregat Halus pada Paving Block dengan Penambahan Cangkang Kulit Kerang Hijau. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 5(1), 59–62.
- Kho, J. H. (2021). Incorporation of Eco Process Pozzolan (EPP) as Partial Cement Replacement and Superplasticisers in Concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 682(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/682/1/012014>
- Muhammad Gala Garcya1*), Juli Ardita Pribadi R2), dan B. R. 1Teknik. (2021). *9 th Applied Business and Engineering Conference 9 th Applied Business and Engineering Conference. September*, 1–11.
- Nababan, O. L. R., Iryani, D. A., Wahono, E. P., & Rinawati, R. (2023). Pemanfaatan Limbah Fly Ash dan Spent Bleaching Earth sebagai Substitusi Semen pada Beton Mutu Normal Skala Produksi. *Dampak*, 20(2), 93. <https://doi.org/10.25077/dampak.20.2.93-99.2023>
- Othman, R., Muthusamy, K., Sulaiman, M. A., Duraisamy, Y., Jaya, R. P., Wei, C. B., Al Bakri Abdullah, M. M., Mangi, S. A., Nabiałek, M., & Sliwa, A. (2022). Compressive strength and durability of foamed concrete incorporating Processed Spent Bleaching Earth. *Archives of Civil Engineering*, 68(2), 627–643. <https://doi.org/10.24425/ace.2022.140663>
- SNI-03-4431-1997. (1997). Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*
- SNI-03-4804-1998. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. *Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*, 1–6

SNI 03-1969. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Bandung: Badan Standardisasi Indonesia*, 1–17.

SNI 03-1971-1990. (1990). Metode Pengujian Kadar Air Agregat. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 27(5), 6889.

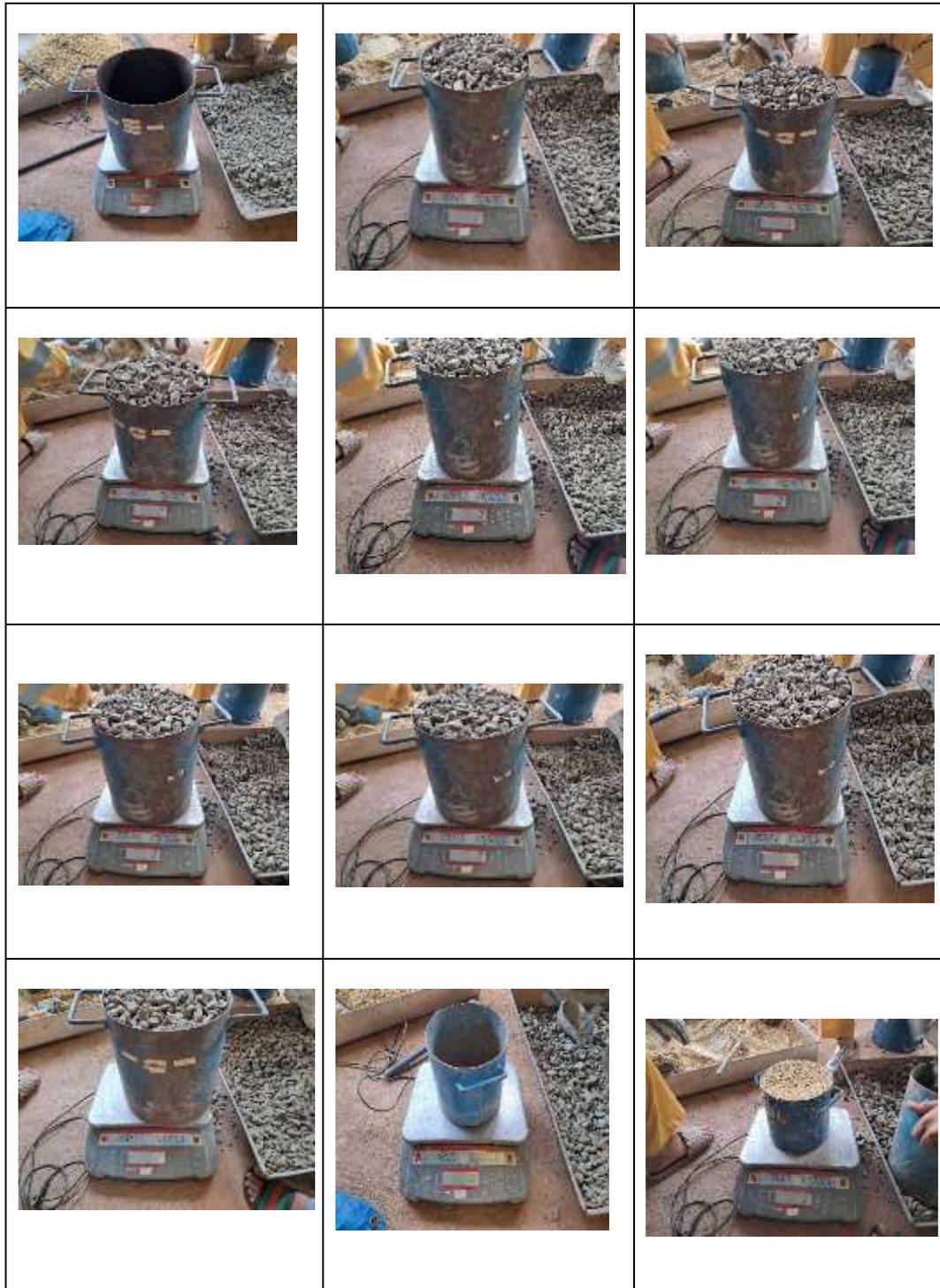
LAMPIRAN

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Berat Volume Agregat Kasar dan Halus)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

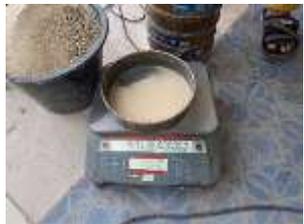
LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Saringan Agregat Kasar dan Halus)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714

Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Berat Jenis Agregat)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Berat Jenis Semen)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Halus)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Kadar Lumpur Agregat kasar dan Halus)

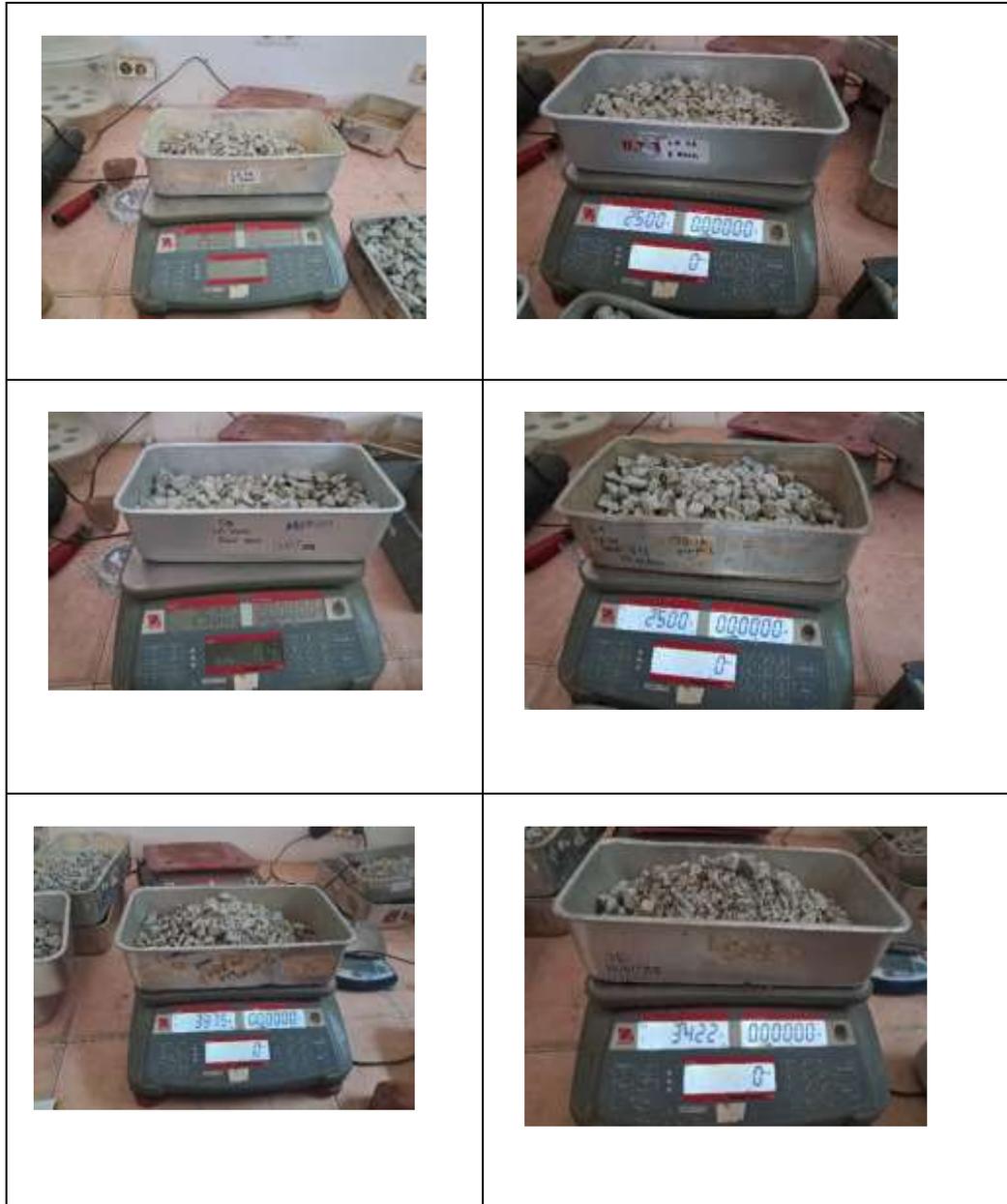
		
		
		

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Pengujian Keauan Agregat)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan BN Umur 7 Hari)

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



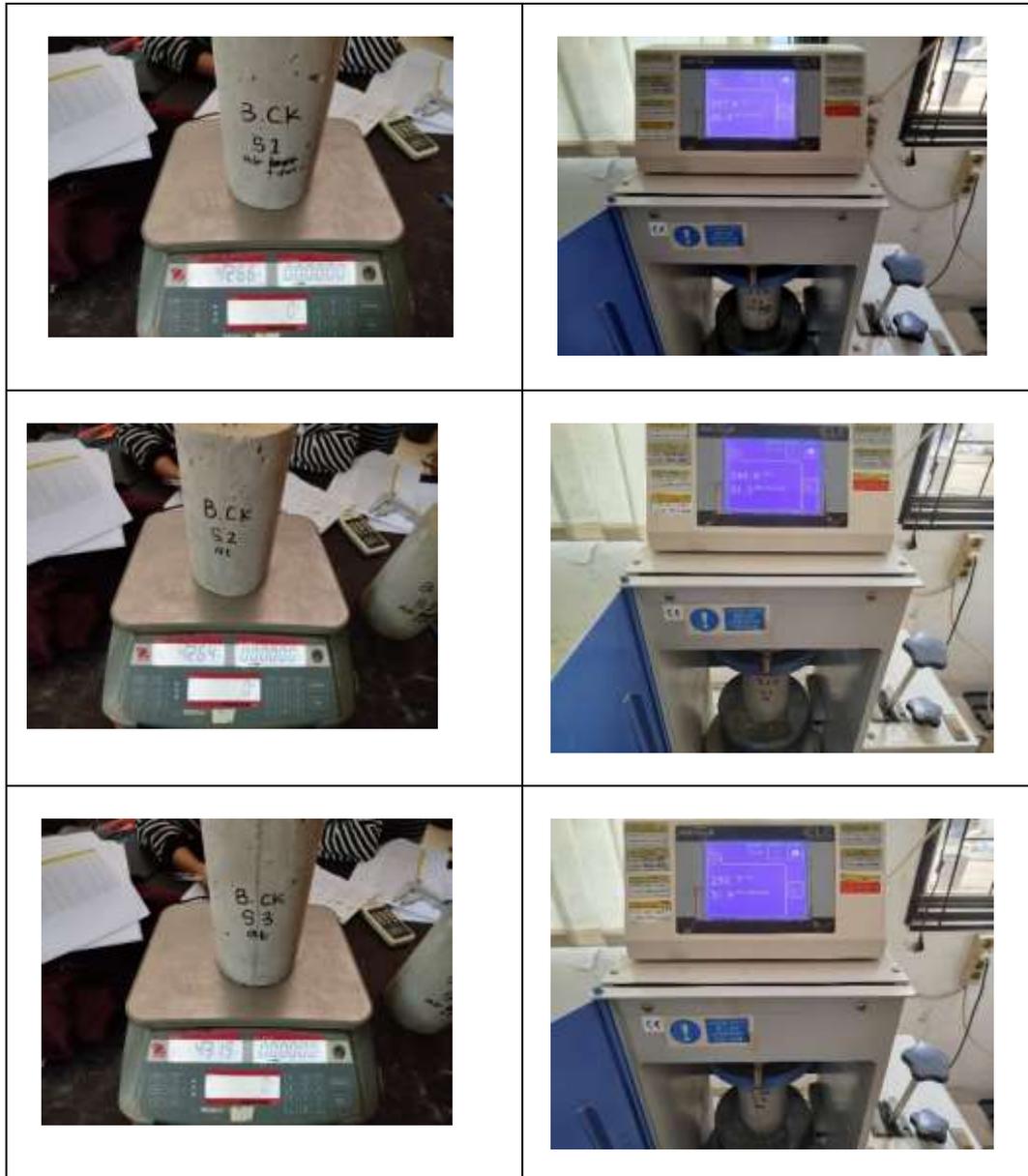
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714

Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari BCK + SBE)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714

Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



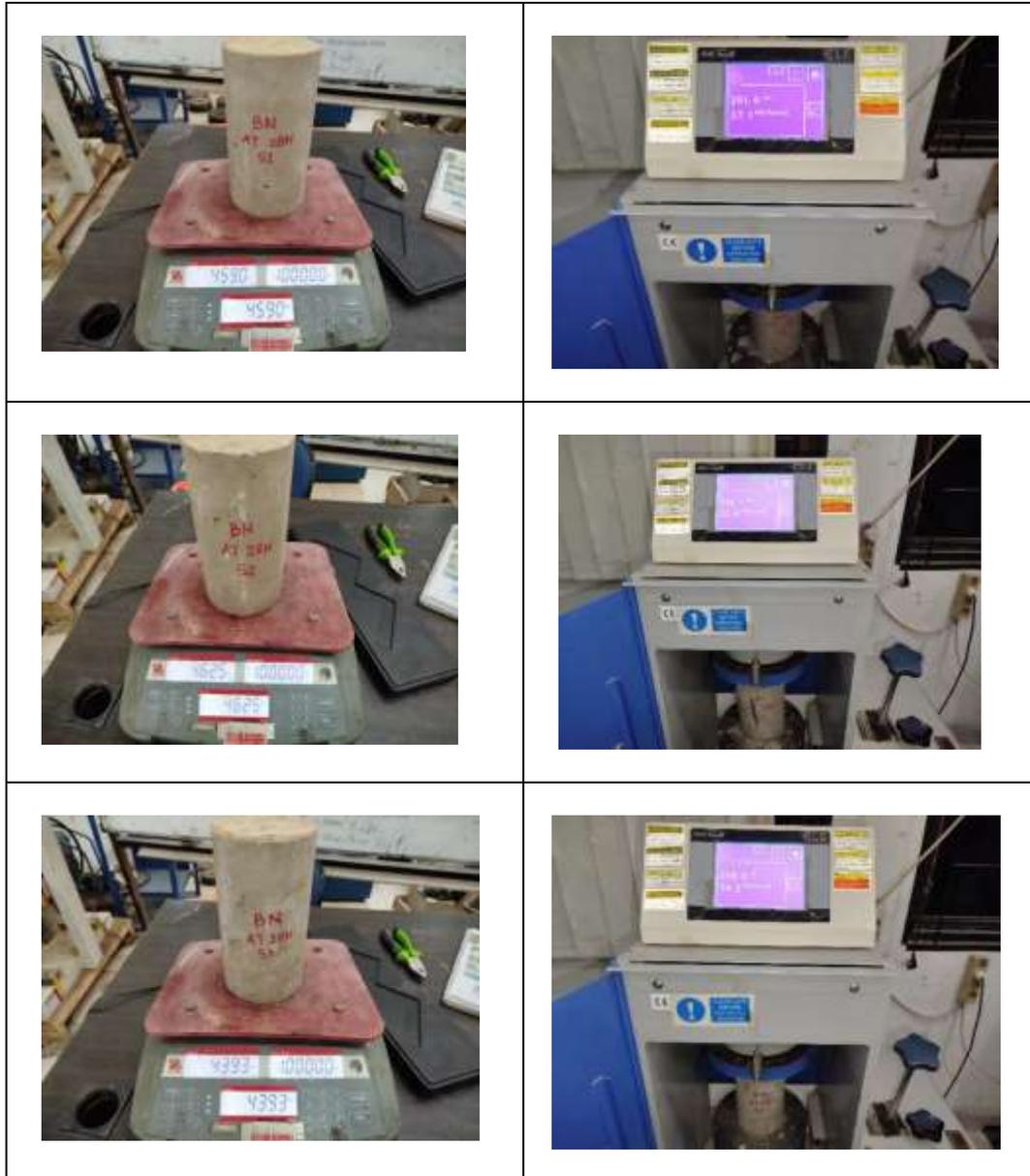
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714

Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan BN Umur 28 Hari)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



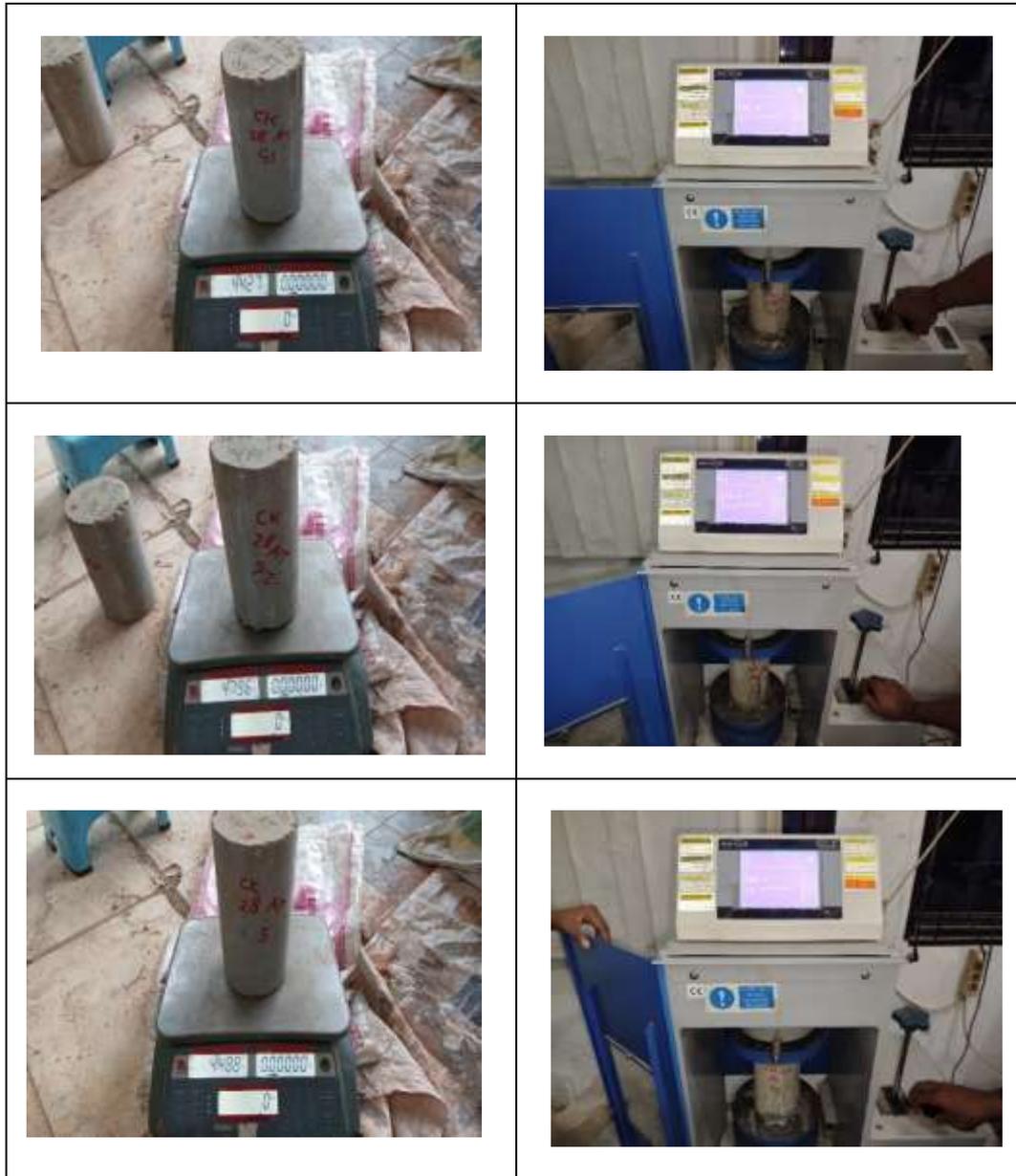
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714

Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari BCK + SBE)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



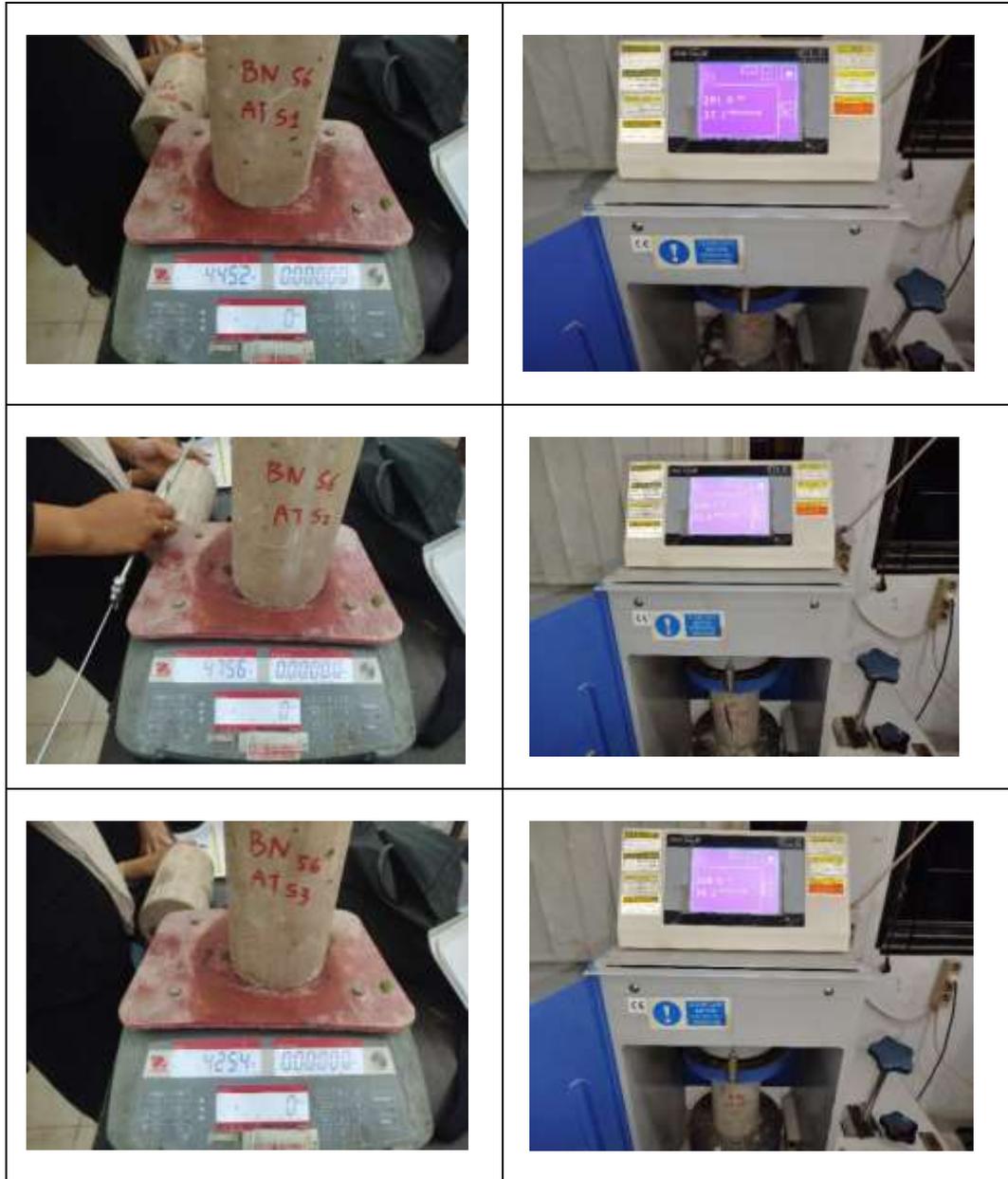
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714

Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

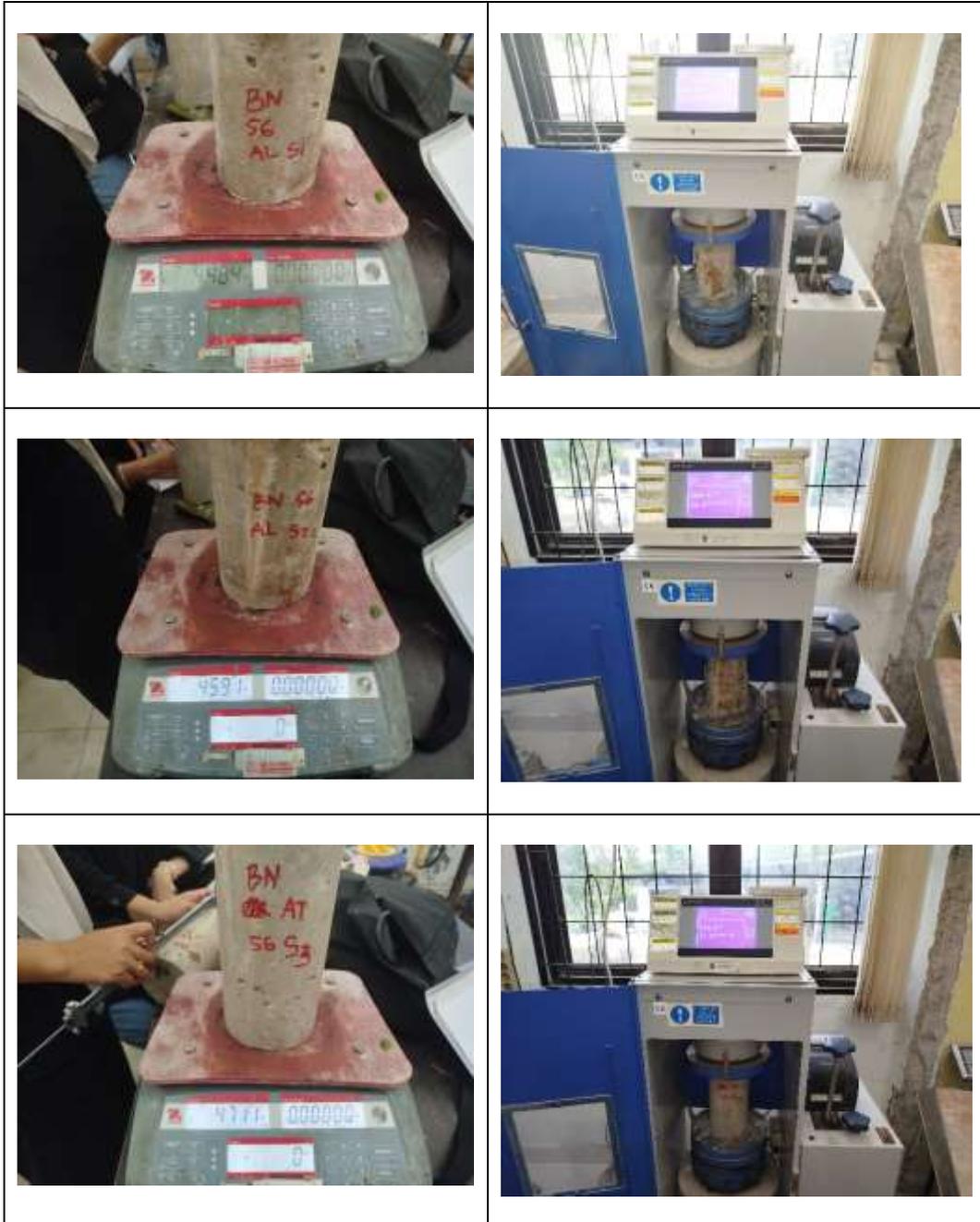
LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan BN Umur 56 Hari)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

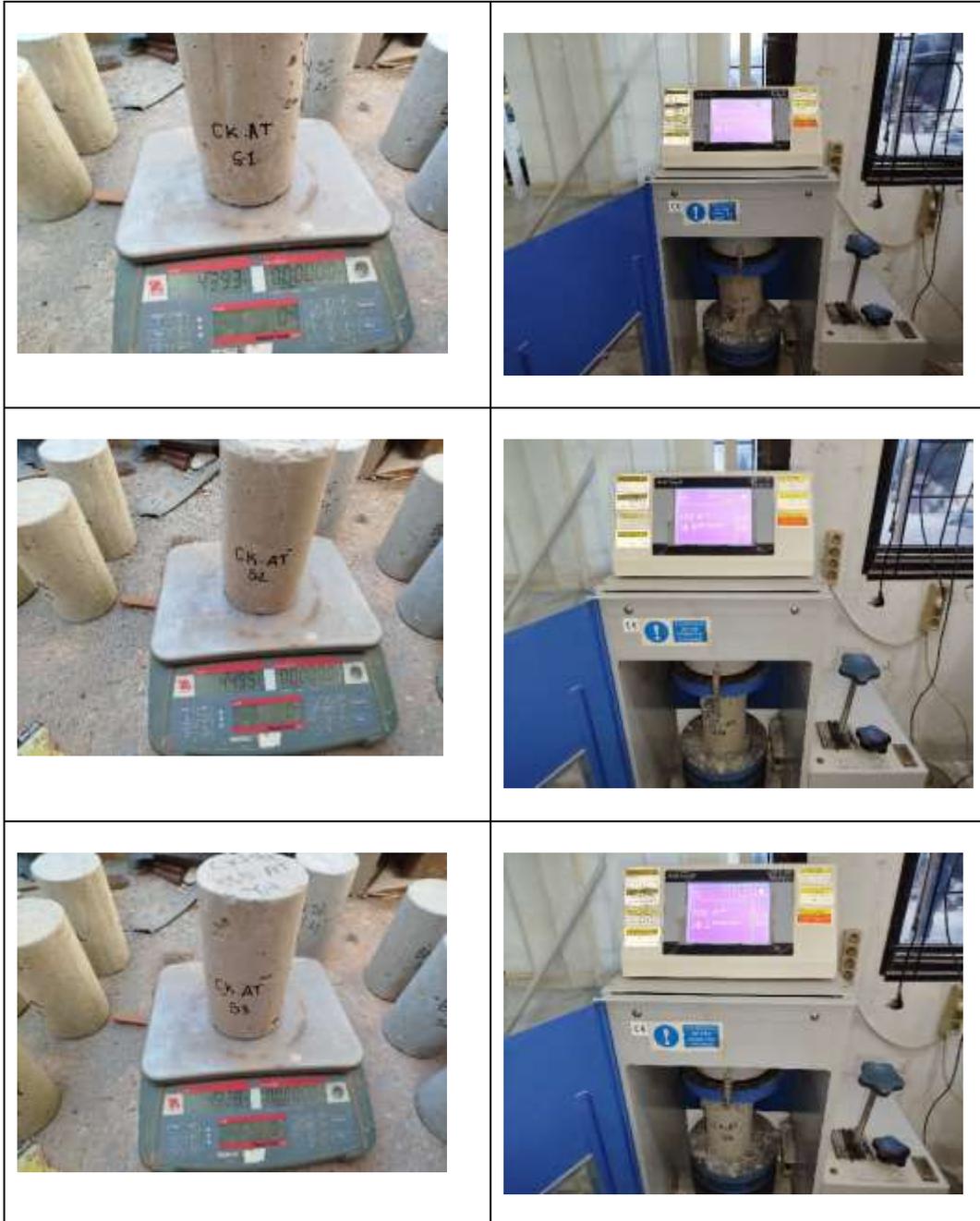


**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 56 Hari BCK + SBE)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

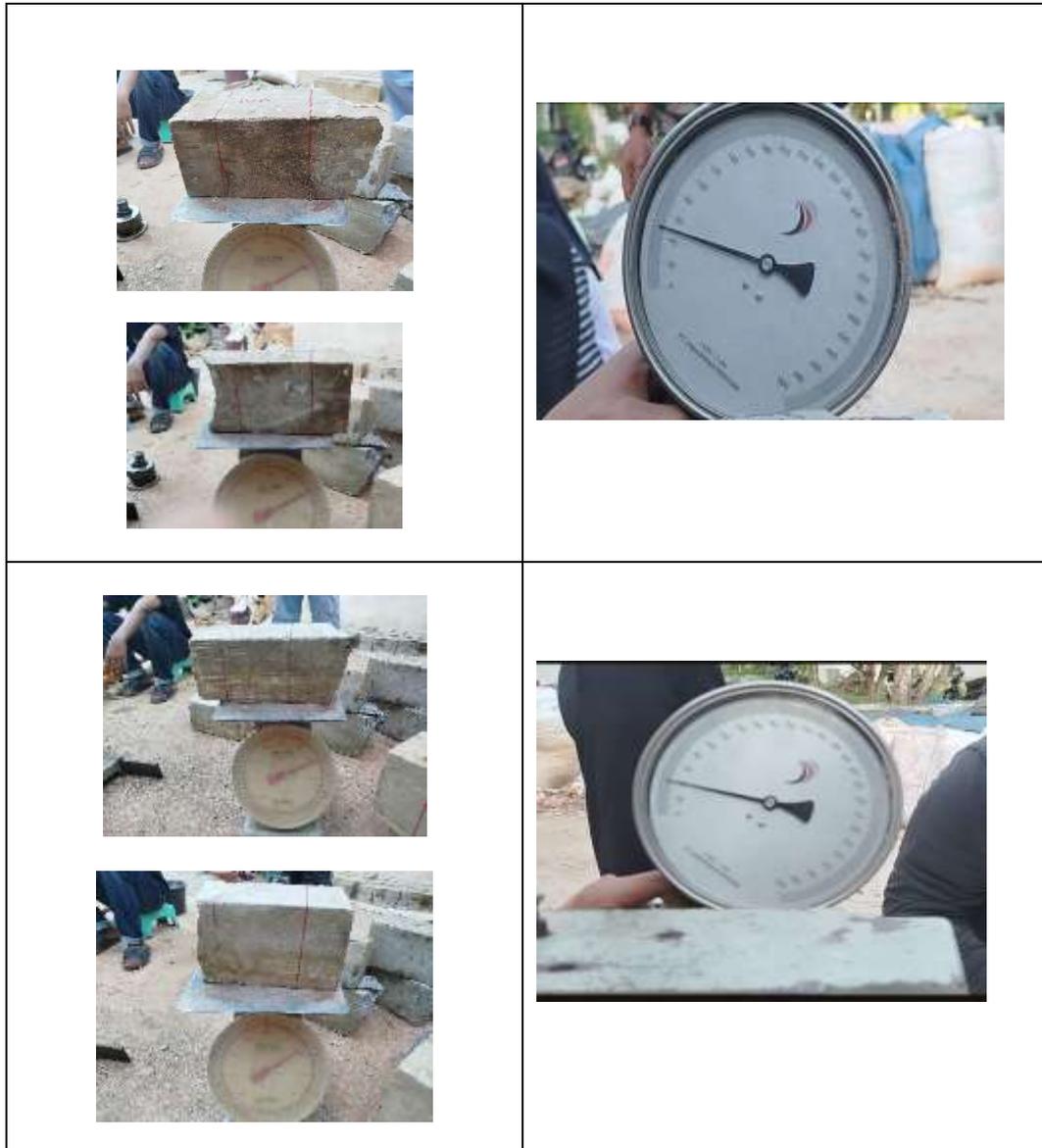
	
	
	

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari Beton Normal)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LAMPIRAN (Dokumentasi Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari BCK + SBE)



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax. : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus
Hari/Tanggal : 13 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	benda uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	203	203
2	Berat Wadah+Pasir	3203	3203
3	Berat Pasir Basah (gr)	3000	3000
4	Berat Wadah + berat Pasir kering oven (gr)	3114	3104
5	Berat Pasir kering oven(gr)	2911	2901
6	Kadar air (%)	3,0	3,3
7	Rata-rata (%)	3,1	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar
Hari/Tanggal : 13 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	benda uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	211	220
2	Berat Wadah+Kerikil	5211	5220
3	Berat Kerikil Basah (gr)	5000	5000
4	Berat Wadah + berat kerikil kering oven (gr)	5177	5174
5	Berat kerikil kering oven(gr)	4966	4954
6	Kadar air (%)	0,68	0,92
7	Rata-rata (%)	0,8	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcya, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Lumpur Agregat Halus
Hari/Tanggal : 16 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	100	75
2	Berat Wadah+Pasir(gr)	1000	1075
3	Berat Pasir Sebelum cuci (gr)	1000	1000
4	Berat kerikil kering oven setelah cuci(gr)	968	960
5	Kadar lumpur (%)	3,31	4,17
6	Rata-rata (%)	3,74	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuvun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Lumpur Agregat Kasar
Hari/Tanggal : 16 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Wadah (gr)	218	202
2	Berat Wadah+Kerikil(gr)	1218	1202
3	Berat Kerikil Sebelum cuci (gr)	1000	1000
4	Berat kerikil kering oven setelah cuci(gr)	993	992
5	Kadar lumpur (%)	0,70	0,81
6	Rata-rata (%)	0,76	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuvun Niyati
4204211376

4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

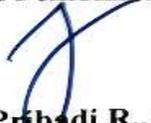
Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
Hari/Tanggal : 18 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji		Rata-Rata
		S1	S2	
1	Berat picno (gr)	181,5	163,4	172,45
2	Berat contoh ssd di udara (gr)	500	500	500
3	Berat picno + air + agregat (gr)	968,5	944,6	956,55
4	Berat picno + Air	676,6	659,8	668,2
5	Berat Contoh kering oven (gr)	499,4	497,3	498,35
6	Apparent spesific gravity	2,41	2,34	2,4
7	Bulk Spesific grafity on dry basic	2,40	2,31	2,4
8	Bulk Spesific grafity on SSD basic	2,40	2,32	2,4
9	% Water absortion	0,12	0,54	0,33

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax. : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
Hari/Tanggal : 18 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	Benda Uji		Rata-Rata
		S1	S2	
1	Berat contoh ssd di udara (gr)	5000	5000	
2	Berat contoh ssd di air (gr)	3076	3074	
3	Berat contoh kering oven (gr)	4966	4954	
4	Apparent spesific gravity	2,63	2,64	2,63
5	Bulk Spesific grafity on dry basic	2,65	2,66	2,65
6	Bulk Spesific grafity on SSD basic	2,60	2,60	2,60
7	% Water absortion	0,68	0,93	0,81

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Loss Angeles
Hari/Tanggal : 21 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian percobaan	Benda uji	
		S1	S2
1	Berat benda uji		
	Lolos # $\frac{3}{4}$, Tertahan # $\frac{1}{2}$	2500	2500
	Lolos # $\frac{1}{2}$, Tertahan # $\frac{3}{8}$	2500	2500
	TOTAL (W1)	5000	5000
2	Berat benda uji tertahan # (no 12)*W2)	3164	3201
3	Ketahan aus = $((W1-W2)/W1)*100\%$	36,72	35,98
4	Rata - rata (%)	36,35	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garca, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuvun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat Jenis Semen
Hari/Tanggal : 4 Februari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

No	Uraian percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Le chateleir kosong	142,7	134,8
2	Berat semen	64	64
3	Berat botol + korosin	333,2	329,6
4	Bacaan suhu (V1)	1	0,7
5	Berat Le chateleir + korosin + semen	397,9	393,3
6	Bacaan suhu (V2)	21,6	21,5
7	Berat jenis semen	3,1	3,1
8	Rata Rata	3,1	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat jenis Cangkang Kerang
Hari/Tanggal : 4 Februari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

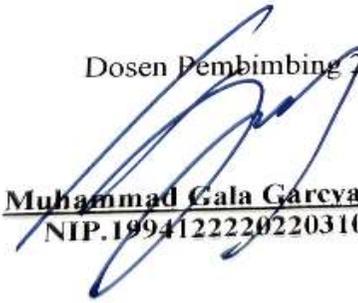
No	Uraian percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Le chateleir kosong	126,2	142,6
2	Berat Cangkang Kerang	64	64
3	Berat botol + korosin	331,1	335,9
4	Bacaan suhu (V1)	0,7	0,8
5	Berat Le chateleir + korosin + ck	402,2	397,9
6	Bacaan suhu (V2)	21,5	23,8
7	Berat jenis ck	3,1	2,8
8	Rata Rata	2,9	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Priyadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuvun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat Jenis *Spent Beaaching Earth (SBE)*
Hari/Tanggal : 4 Februari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

No	Uraian percobaan	Benda Uji	
		S1	S2
1	Berat Le chateleir kosong	123,5	136,8
2	Berat SBE	64	64
3	Berat botol + korosin	333,8	340,2
4	Bacaan suhu (V1)	0,7	0,9
5	Berat Le chateleir + korosin + sbe	396,6	401,2
6	Bacaan suhu (V2)	20,5	22,3
7	Berat jenis sbe	3,2	3,0
8	Rata Rata	3,1	

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar
Hari/Tanggal : 10 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	Lepas			Getar/Pukul			Tusuk		
		S1	S2	S3	S2	S1	S3	S1	S2	S3
1	Berat Mould (W1) (gr)	4497	4497	4497	4497	4497	4497	4497	4497	4497
2	Berat Mould (W1) + kerikil (gr)	19332	19196	19352	20551	20728	20531	20077	20243	20360
3	Berat Benda uji (kg)	14835	14699	14855	16054	16231	16034	15580	15746	15863
4	Volume mould (m3)	0,00994	0,00994	0,00994	0,00994	0,00994	0,00994	0,00994	0,00994	0,00994
5	Berat Volume Kerikil (kg/m3)	1492,45	1478,77	1494,47	1615,09	1632,90	1613,08	1567,40	1584,10	1595,88
Rata- Rata (kg/m3)		1488,56			1620,36			1582,46		

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus
Hari/Tanggal : 10 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

NO	Uraian Percobaan	Lepas			Goyang/Pukul			Tusuk		
		S1	S2	S3	S2	S1	S3	S1	S2	S3
1	Berat Mould (W1) (gr)	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
2	Berat Mould (W1) + Pasir(gr)	5467	5508	5485	6129	6204	6162	5816	5924	5997
3	Berat Benda uji (kg)	4267	4308	4285	4929	5004	4962	4616	4724	4797
4	Volume mould (m3)	0,00313	0,00313	0,00313	0,00313	0,00313	0,00313	0,00313	0,00313	0,00313
5	Berat Volume KerikilPasir (kg/m3)	1363	1376	1369	1575	1599	1585	1475	1509	1533
Rata- Rata (kg/m3)		1369,54			1586,26			1505,54		

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST.,M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcya, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar
Hari/Tanggal : 11 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

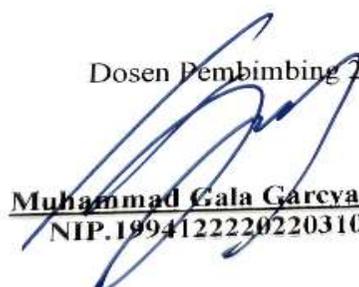
Ayakan + Agregat		Berat Ayakan	Lubang Ayakan (MM)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lewat Ayakan (gr)	Persen Tertahan	persen lewat ayakan	tertahan kumulatif %
S1	S2							
0	0	391	38,1	0	5000		100	0
816	800	430	19	756	4244	15,2	84,8	15,2
1884	2015	313	9,5	3273	971	66,0	18,7	81,3
623	585	315	4,75	578	393	11,7	7,1	92,9
550	490	407	3,36	226	167	4,6	2,5	97,5
430	423	401	1,18	51	116	1,0	1,5	98,5
408	407	397	0,6	21	95	0,4	1,1	98,9
258	258	250	0,25	16	79	0,3	0,7	99,3
306	306	301	0,15	10	69	0,2	0,5	99,5
425	434	416	SISA	27	42	0,54	0,00	
				4958		100		
							MHB	6,8306

Di periksa oleh

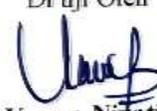
Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
LABORATORIUM UJI BAHAN

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau

Phone : 0766- 24566; Fax : 0766-8001000

Website : www.polbeng.ac.id; Email : polbeng@polbeng.ac.id

Nama Kegiatan : Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus
Hari/Tanggal : 11 Januari 2025
Lokasi : Lab Uji Bahan Politeknik Negeri Bengkalis

Ayakan + Agregat	berat ayakan	Lubang Ayakan (MM)	Berat Tertahan (gr)	Berat Lewat Ayakan (gr)	persen tertahan	persen lewat ayakan	tertahan kumulatif %
353	315	4,75	38	1958	1,90	98,10	1,90
686	407	2,36	279	1679	13,98	84,12	15,88
925	401	1,18	524	1155	26,25	57,87	42,13
951	397	0,6	554	744	27,76	30,11	69,89
661	250	0,25	411	333	20,59	9,52	90,48
430	301	0,15	129	204	6,46	3,06	96,94
477	416	0	61	143	3,06	0,00	
			1996		100		
						MHB	3,172

Di periksa oleh

Dosen Pembimbing 1


Juli Ardita Pribadi R., ST., M.Eng
NIP.198507132019031000

Dosen Pembimbing 2


Muhammad Gala Garcia, M.T
NIP.199412222022031010

Di uji Oleh


Yuyun Niyati
4204211376

Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK SIPIL Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11	TA : 2024 / 2025
SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI		

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Yuyun Niyati
 NIM : 4204211376
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
 Judul : Analisis Koefesien Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Spent Bleaching Earth (SBE) dan Cangkang Kerang sebagai Subtitusi Semen

Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

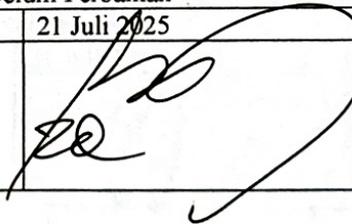
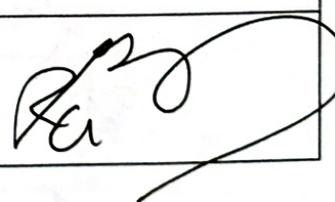
Nama Dosen Penguji III : ROMA DEARNI, ST, MT

Materi Perbaikan:

1) Perbaikan Sesuai Panduan Blm.
 2) Isi Abstrak Blm ob.
 3) Tujuan & Kesimpulan Blm ok.
 4) Data yang digunakan Blm ok

Selesai.

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran – saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Penguji III			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	21 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu

Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK SIPIL Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI	TA : 2024 / 2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Yuyun Niyati
 NIM : 4204211376
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
 Judul : Analisis Koefisien Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Spent Bleaching Earth (SBE) dan Cangkang Kerang sebagai Substitusi Semen

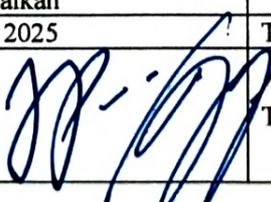
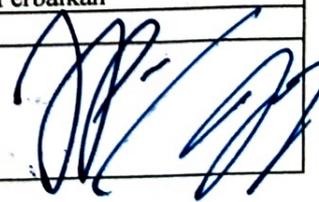
Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

Nama Dosen Pembimbing I dan II : JULI ARDITA PRIBADI R, ST., M.Eng & M. GALA GARCYA, MT

Materi Perbaikan:

1. Perbaiki Abstrak
2. Tujuan sinkron dengan kesimpulan.
3. Perbaiki pada penulisan sesuaikan dengan panduan.

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran – saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Pembimbing			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	21 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu

Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK SIPIL Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI	TA : 2024 / 2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

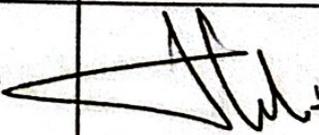
Nama : Yyun Niyati
 NIM : 4204211376
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
 Judul : Analisis Koefisien Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Spent Bleaching Earth (SBE) dan Cangkang Kerang sebagai Substitusi Semen

Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:
 Nama Dosen Penguji I : DEDI ENDA, ST, MT

Materi Perbaikan:

- Analisis koefisien korelasi - ? ✓
 - Pegelas kontribusi positifnya dari mana? ✓
 - Cell lagi rumus yg digunakan. ✓
- ACC!

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran - saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Penguji I			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	21 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu

Lampiran 11 : Saran Perbaikan Sidang Akhir Skripsi

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS JURUSAN TEKNIK SIPIL Jalan Bathin Alam, Sungai Alam Bengkalis-Riau 28714 Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000 Laman: http://www.polbeng.ac.id	
	FORMULIR 11 SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR TA / SKRIPSI	TA : 2024 / 2025

SARAN PERBAIKAN SIDANG AKHIR SKRIPSI

Pelaksanaan Sidang Akhir Skripsi dari mahasiswa:

Nama : Yuyun Niyati
 NIM : 4204211376
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil / D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan
 Judul : Analisis Koefisien Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Spent Bleaching Earth (SBE) dan Cangkang Kerang sebagai Substitusi Semen

Berdasarkan hasil Sidang Akhir, maka dapat kami sampaikan saran-saran sebagai berikut:

Nama Dosen Penguji II : ~~MUHAMMAD IDHAM, ST., M.Sc~~
 Materi Perbaikan: **HAMIDATUL AMINAH, ST., M.T.**

1. Detail kesimpulan diperbaiki → jenis mineral
2. Penulisan typo diperbaiki

Demikian, untuk dapat dijadikan koreksi dari saran – saran tersebut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pengesahan dari Dosen Penguji II			
Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
Tanggal	21 Juli 2025	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

Catatan :

1. Lembar Saran Perbaikan yang telah diisi dikembalikan ke Koordinator
2. Tanda* = Coret salah satu