BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Meningkatnya kebutuhan beton dalam bidang konstruksi berarti kebutuhan beton semakin banyak, sedangkan 74% bahan penyusun beton merupakan agregat. Berdasarkan fakta tersebut, kebutuhan agregat kasar dan halus diperkirakan akan semakin meningkat. Agregat halus pada beton misalnya pasir dan semen ang befungsi sebagai pengikat antar agregat kasar. Seiring dengan bertambahnya jumlah agregat yang digunakan, penggunaannya sebagai bahan penyusun beton menyebabkan semakin menipisnya pasir dan batu alam di pantai, bukit, dan pegunungan.

Dari latar belakang tersebut, diperlukan adanya upaya nyata agar pemanasan global tidak semakin menjadi jadi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam bidang kontruksi adalah dengan mengganti atau mengurangi pemakaian aregat alam dalam pembuatan beton. Dalam penelitian ini penulis mencoba untuk mengurangi penggunaan semen di mana terdapat zat kalsium karbonat didalamnya yang dapat menjadi salah satu patokan dalam pembuatan inovasi baru penyusun beton, yang dimana fungsi dari kalsium karbonat sendiri adalah sebagai penikat agregat.

Dengan mengacu pada penelitian terdahulu, penggunaan beberapa jenis cangkang kerang seperti kerang dara, kerang simping, kerang hijau mampu menggantikan sebagian semen pada beton. Dengan adanya berbagai penelitian itu

penulis menggunakan inovasi dari cangkang tiram. Dimana pada cangkan tiram terdapat salah satu kandungan bahan yang dapat menggantikan semen pada pembuatan beton yaitu kalsium karbonat sebesar 95,69% (Siregar, 2017). Sebelum menjadi serbuk nanokalsium, cangkang tiram harus dikalsinasi terlebih dahulu pada suhu 900°C selama 4 jam (Handayani & Syahputra. 2017). Berdasarkan penelitian yang sudah ada

Diharapkan penelitian ini mampu menghasilkan hasil yang seimbang dimana cangkang tiram mampu menggantikan semen pada beton seperti halnya cangkang jenis keran yang lain .

B. Rumusan Masalah

1. Bagaiman pengaruh subtitusi cangkang tiram terhadap kuat tekan dan tarik belah beton?
2. Bagaimana hasil perbandingan setiap campuran subtitusi serbuk cangkang tiram dengan semen?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh subtitusi cangkang tiram terhadap kuat tekan dan tarik belah beton.
2. Mengetahui hasil perbandingan variasi subtitusi serbuk cangkang tiram.

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Material cangkang tiram diambil di Kecamatan Barru, Kabupaten Barru Sulawesi Selatan.
2. Perencanaan campuran beton sesuai SNI 7656:2012.
3. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 25 Mpa.
4. Bahan serbuk cangkang tiram
5. Jumlah variasi ada 4 yaitu beton normal, subtitusi serbuk cangkang tiram 4% dari volume semen, subtitusi serbuk cangkang tiram 6% dari volume semen, subtitusi cangkang tiram 8% dari volume semen,
6. Pengujian yang dilakukan pada uji selinder adalah kuat tekan dan tarik belah
7. Standar pengujian kuat tekan benda uji menggunakan SNI 1974:2011.
8. Standar pengujian kuat tarik belah benda uji menggunakan SNI 03:2491:2002.
9. Nilai slump yang digunakan 75 – 100 mm dan pengujian *slump* dilakukan sesuai dengan SNI 1972:2008.

E. Maafaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas kuat tekan dan kuat tarik belah beton apabila menggunakan serbuk cangkang tiram sebagai material tambahan, dengan persentase yang telah ditentukan dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.
2. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu pandangan dan bukti nyata tentang penggunaan limbah cangkang tiram sebagai pengganti sebagaian semen pada campuran beton yang memiliki nilai ekonomis karena cara mendapatkanya mudah terutama di Kabupaten Barru dan harganya relatif murah.
3. Dapat memberikan pengetahuan tentang penggunaan limbah cangkang tiram sebagai bahan pengganti sebagian semen.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terutama dalam bidang konstruksi.
5. Dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk acuan penelitian selanjutnya.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebgai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang menyangkut tentang penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai metode metode yang akan digunakan dalam penelitian baik dari jenis penelitiannya, tahapan, bagan alir serta lain sebagainya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil yang telah dicapai dari penelitian yang telah dilakukan dari hasil uji laboratorium.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penulisan, serta saran-saran yang dikemukakan berupa sumbangan pemikiran penulis tentang permasalahan tersebut diatas.

BAB II

TINJAUN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan bahan kontruksi yang banyak digunakan yang diperoleh dengan mencampurkan semen portland, agregat kasar, agregat halus, dan air dan kadang ditambahlan additive adminture bila diperlukan (aman subakti,1995).

Sifat – sifat beton dapat ditentukan terlebih dahulu melalui perencanaan yang cermat dan pemilihan bahan yang teliti. Bahan yang dipilih adalah ikatan keras yang terbentuk akibat reaksi kimia antara semen yang mengeras dapat melekat dengan baik atau buruk. Agregatnya dapat berupa kerikil dan batu pecah , sisa bahan baku pertambangan, agregat ringan buatan, dan pasir.

1. Klasifikasi Beton

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 (dua) kelompok, yaitu:

a. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 (tiga) kelas, yaitu:

1) Beton kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktutral. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

2) Beton kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil pemeriksaan benda uji.

3) Beton kelas III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas dan mutu beton ini dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Kelas Dan Mutu Beton (Sumber: Mulyono. T, 2004)

Kelas	Mutu	σ' Bk (Kg/cm^2)	σ' Bm (Kg/cm^2)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatasn agregat tekan	
II	B_0	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B_1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K > 225	> 225	> 300	Struktural	Ketat	Kontinu

Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 (enam) jenis, yaitu :

1. Beton ringan

Beton ini lebih ringan dari beton biasa. Agregat yang digunakan merupakan agregat ringan pula. Agregat yang digunakan biasanya hasil dari pembakaran serpih minyak, terak, batu bara, tanah liat. Massa jenis agregat ringan adalah sekitar 1900 kg/m3 atau tergantung pada pentingnya penggunaan struktur.

2. Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m3 – 2400 kg/m3 dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.

3. Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m3. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4. Beton Massa (*mass concrete*)

Beton massa dinamakan karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

5. *Ferro cement*

Ferro cement suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

6. Beton serat (*fibre concrete*)

Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal.

2. Kelebihan dan kekuragan beton

Beton mempunyai fungsi yang penting dalam suatu bangunan kontruksi yang digunakan baik untuk struktur rumah tinggal, gedung bertingkat, dan berbagai macam infrastruktur yang lain.

a. Beton kelebihannya antara lain:

1) Dalam suatu pembebanan, beton lebih banyak menahan tekan sedikit sekali menahan tarik. Karakeristik lainnya tahan pada keadaan korosi serta pembusukan dalam situasi lingkungan.
2) Harga beton relatif lebih hemat kalau diperbandingkan dengan harga baja.
3) Beton relatif lebih murah dalam hal perawatan, lebih tahan terhadap aus serta lebih tahan terhadap kebakaran.
4) Bentuk beton bisa bervariatif sesuai dengan tempatnya karena diawali dalam bentuk beton segar yang mudah dibentuk sesuai apa yang direncanakan.
5) Beton juga sangat mudah untuk diperbaiki ketika retak yaitu dengan mengisikan beton segar ke dalam suatu retakan yang terjadi, selain dengan cara diisi, juga bisa disemprotkan.
6) Dalam pengecoran, beton tidak selalu dibawa secara manual, tapi bisa dengan memakai pompa yaitu dengan memompa beton segar, sehingga

dengan menggunakan material beton sangat mudah dijangkau ketika pembangunan gedung berlantai tinggi, dan tidak perlu menggunakan tenaga manusia untuk mengangkat beton segar dari lantai dasar ke lantai atas

b. Selain kelebihan, beton juga memiliki kekurangan seperti :

1) Beton sangat sedikit menahan tarik, sehingga ketika berdiri sendiri cenderung mengalami retak ketika di bebani. Karena kelemahan ini, dalam berdiri menjadi sistem struktur beton diberi tulangan sehingga disebut beton bertulang. Selain itu beton bisa di beri tendon dan disebut dengan beton prategang.
2) Beton yang sudah mengeras rentan terjadi susutan dan pengembangan bila terjadi suatu perbedaan suhu, oleh karenanya diperlukan untuk membuat dilatasi sehingga bisa mencegah suatu retak yang diakibatkan dengan adanya perbedaan suhu dalam lingkungan.
3) Beton perlu dikerjakan dengan ketelitian tinggi untuk bisa memperoleh beton kedap air yang sempurna.
4) Pada daerah daerah rentan gempa butuh suatu bangunan yang daktail, sehingga ketik

3. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton

Faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton adalah:

a. Umur beton

Karena semakin lama umur beton maka peningkatan kuat tekannya pun akan semakin menurun, hal ini tidak dapat dilihat pada umur beton muda seperti 28 hari karena biasanya pada umur tersebut beton masih mengalami peningkatan, tetapi jika beton sudah berumur 360 hari ke atas baru akan terlihat penurunan tersebut.

b. Workability pada saat pengerjaan beton

Karena biasanya pada beton normal beton yang memiliki workability yang tinggi akan cenderung mengalami segregasi dan bleeding yang menyebabkan nilai kuat tekannya pun menurun.

c. Gradasi butiran

Pada saat pembuatan sampel beton tentu dibutuhkan gradasi yang tidak seragam dari gradasi yang paling kecil hingga besar untuk mengisi rongga-rongga atau celah pada saat pembuatan cetakan/silinder beton. Hal ini sangat berpengaruh karena jika jumlah gradasi agregat kasar yang seragam terlalu besar maka rongga-rongga pada beton tidak akan tertutup sempurna dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang atau keropos pada bagian beton yang akan berakibat pada kekuatan beton yang menurun.

d. Perawatan beton *(curing)*

Perawatan beton adalah proses yang bertujuan untuk menjaga suhu pada saat proses hidrasi.

e. Kadar semen

Karena semakin tinggi kadar semen dalam beton, Maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

f. *Admixture*

Penggunaan bahan tambah seperti *pozzolan* dan *Serat steel fiber* yang membantu meningkatkan workabilitas dan proses hidrasi semen dapat meningkatkan kuat tekan beton.

g. Porositas

Beton yang memiliki porositas tinggi akan memiliki kuat tekan yang rendah, sebaliknya beton yang lebih padat akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi

B. Material Penyusun Beton

1. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi campuran beton atau mortar. Agregat dapat mengisi sekitar 70-75% volume beton. Meskipun agregat hanya sebagai bahan pengisi, namun mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat beton atau mortar, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam produksi beto.

Untuk membedakan jenis agregat yang sering dilakukan lalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat dengan ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedang yang berbutir kecil disebut agregat halus. Sebagai batas antara ukuran butiran yang kasar dan yang halus umumnya diambil 4,8 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm disebut agregat kasar, dan agregat yang lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus.

Agregat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan:

a. Agregat halus (pasir)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil deintegrasi alami dari batuan atau berupa pasir batuan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Ukuran butiran pasir umumnya berkisar antara 0,15 mm dan 4,8 mm. Pasir yang baik adalah apabila butir-butimya tajam dan kasar, tidak mengandung lumpur lebih 5 %, serta bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik 3.4. matahari dan hujan.

Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	**Persen Butiran Yang Lewat Ayakan**			
	Zona I (Pasir Kasar)	**Zona II (Pasir Agak Kasar)**	**Zona III (Pasir Agak Halus)**	**Zona IV (Pasir Halus)**
9,6	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

b. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Ukuran butir kerikil berkisar antara 4,8 mm dan 40 mm. Agregat kasar/ kerikil yang baik adalah apabila butir-butinya keras dan tidak berpori. Tidak boleh mengandung

lumpur lebih dari mass 1%, serta zat-zat yang reaktif alkali. Bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, sepert, terik matahari dan hujan. Butir-butir yang berbentuk pipih tidak lebih dan 20% dari agregat seluruhnya.

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butiran agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam), maka volume pori akan meningkat. Sebaliknya apabila butirannya bervariasi akan menyebabkan volume pori yang kecil. Hal ini dikarenakan butiran berukuran kecil akan mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit.

Tabel 2. 3 Batas Gradasi Agregat Kasar (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	**Persen Butiran Yang Lewat Ayakan**		
	Zona I (38-4,76)	**Zona II (19-4,76)**	**Zona III (9,6-4,76)**
38,1	95-100	100	
19	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

2. Semen

Semen Portland Composite**,** Adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gyps dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain Terak Tanur Tinggi (blast Furnace Slag), pozzolan, senyawa silicat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6% – 35 % dari massa semen portland komposite.

Tabel 2. 4 Bahan-bahan Utama Penyusun Semen Portland (Sumber:*wikipedia*)

No.	Oksida	Persentase
1	Kapur ($Ca0_4$)	60 – 65
2	Silika (SiO_2)	17 – 25
3	Aluminia ($Al2O_3$)	3 – 8
4	Besi ($Fe2O_3$)	0,5 – 6
5	Magnesia (MgO)	0,5 – 4
6	Sulfur (SO_3)	1 – 2
7	Soda / Portash ($Na_2O + K_2O$)	0,5 – 1

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suaru massa yang kompak/padat, serta untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Ditinjau dari tujuan pemakaiannya semen portland di Indonesia dibagi menjadi 5 tipe (PUBI, 1982).

a. Tipe I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
b. Tipe II : Semen portland yang dalam penggunaanya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang.
c. Tipe III : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
d. Tipe IV : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
e. Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaanya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3. Air

Dalam suatu adukan beton, air mempakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Air digunakan untuk menjadi bahan pelincir antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air diperlukan hanya sekitar 30% berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air-semen yang dipakai jarang sekali kurang dari 30 %, selebihnya digunakan sebagai pelincir. Secara umum, air dapat digunakan sebagai bahan pancampur beton adalah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90 % kekuatan beton yang memakai air suling.

Syarat-syarat air yang dapat digunakan sebagai pencampur beton adalah sebagai berikut:

a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainya) lebih dari 2 gram/ liter.
b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam, zat organik, dan sebagainya lebih dari 15 gram/liter.
c. Tidak mengandung khlorida (CI) lebih dri 0,5 gram/liter
d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan menurunkan mutu dan mengakibatkan beton mengalami bleding, yaitu air akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan

kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada:

a. Mutu beton.
b. Sifat workability adukan beton.
c. Besar kecilnya nilai susut beton.
d. Kelangsungan reaksi hydrasi semen Portland
e. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik

Air yang dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton adalah air yang bila digunakan akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling. Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk penggunaan air sebagai bahan campuran beton (Tjokrodimuljo, 1992).

Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk beton:

a. Air tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam, kadar organis atau bahanbahan yang lain dapat merusak beton atau baja tulangan.
b. Apabila ada keraguan tentang air, dianjurkan membawa contoh air tersebut ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan untuk diperiksa.
c. Apabila pemeriksaan di lembaga tersebut tidak dapat dilakukan, maka air dapat dipakai asal campuran beton yang memakai air tersebut harus mempunyai kekuatan tekan paling sedikit 90 % dari kekuatan beton yang memakai air suling pada umur 7 hari dan 28 hari.

C. Material Alternatif

1. Serbuk Cangkang Tiram

Cangkang tiram merupakan limbah yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber kalsium, karena di dalamnya terkandung lebih dari 95,96% senyawa $CaCo_3$ (Handayani & Syahputra, 2017). Selain itu karakteristik dan cangkang itu sendiri yang memiliki ukuran besar dan keras membuatnya cocok digunakan sebagai bahan agregat halus untuk campuran beton. Sebelum dicampurkan, cangkang terlebih dahulu harus dihancurkan sampai ukuran tertentu sesuai dengan persyaratan agregat halus bahan campuran beton. Terdapat beberapa tahapan untuk menjadi serbuk nanokalsium diantaranya,cangkang tiram terlebih dahulu dipanaskan selama 4 jam dengan suhu 900°C, yang selanjutnya dapat dihancurkan. Setelah itu dapat di uji laboratorium terlebih dahulu dalam uji morfologi kalsium dengan menggunakan SEM.

Tabel 2.5 Kandungan cangkang tiram (Sumber : Handayani & Syahputra, 2017)

Senyawa	**Nilai (%)**
Nanokalsium	56,77
Kadar Abu	94,78
Kadar Air	0,11
Kadar Lemak	1,43
Protein Kasar	1,69

D. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

1. Langkah 1 Pemilihan slump

Bila slump tidak disyaratkan, gunakan Tabel 2.6 Rentang nilai slump tersebut berlaku bila beton dipadatkan dengan digetar.

Tabel 2. 5 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi (Sumber: SNI 7656:2012)

Tipe konstruksi	**Slump(mm)**	
	Maksimum	**Minimum**
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak)	75	25
Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

1. Slump dapat ditambah bila digunakan bahan tambahan kimia, asalkan beton yang diberi bahan tambahan tersebut memiliki rasio air-semen atau rasio airbahan bersifat semen yang sama atau lebih kecil dan tidak menunjukkan segregasi yang berarti atau bliding berlebihan.
2. Slump boleh ditambah 25 mm untuk metode pemadatan selain dengan penggetaran

2. Langkah 2 Pemilihan ukuran besar butir agregat maksimum

Ukuran nominal agregat kasar maksimum dengan gradasi yang baik memiliki rongga udara yang lebih sedikit dibandingkan dengan agregat berukuran lebih kecil. Dengan demikian, beton dengan agregat berukuran lebih besar membutuhkan lebih sedikit adukan mortar per satuan isi beton. Secara umum

ukuran nominal agregat maksimum harus yang terbesar yang dapat diperoleh secara ekonomi dan tetap menurut dimensi komponen struktur/konstruksinya. Ukuran nominal agregat maksimum tidak boleh melebihi:

a. 1/5 dari ukuran terkecil dimensi antara dinding-dinding cetakan/bekisting.
b. 1/3 tebalnya pelat lantai.
c. ¾ jarak minimum antar masing-masing batang tulangan, berkas-berkas tulangan, atau tendon tulangan pra-tegang (pretensioning strands).

Bila diinginkan beton berkekuatan tinggi, maka hasil terbaik dapat diperoleh dengan ukuran nominal agregat maksimum yang lebih kecil karena hal ini akan memberikan kekuatan lebih tinggi pada rasio air-semen yang diberikan.

3. Langkah 3 Perkiraan air pencampur dan kandungan udara

Banyaknya air untuk tiap satuan isi beton yang dibutuhkan agar menghasilkan slump tertentu tergantung pada :

a. Ukuran nominal maksimum, bentuk partikel dan gradasi agregat
b. Temperatur beton
c. Perkiraan kadar udara
d. Penggunaan bahan tambahan kimia.

Slump tidak terlalu dipengaruhi oleh jumlah semen atau bahan bersifat semen lainnya dalam tingkat pemakaian yang normal, penggunaan sedikit bahan tambahan mineral yang halus dapat mengurangi kebutuhan air, perkiraan kebutuhan air untuk beberapa ukuran agregat dan target slump yang diinginkan lihat Tabel 2.7

Perbedaan kebutuhan air tidak selalu dinyatakan dalam kekuatan, hal itu dikarenakan adanya faktor lain yang terlibat. Agregat kasar yang bulat maupun

bersudut jika mempunai kualitas yang tinggi serta volume yang sama dapat menghasilkan beton dengan kuat tekan yang sama apabila jumlah semennya juga sama, sekalipun dengan perbedaan rasio air-semen atau rasio-(semen + pozolanik).

Bentuk partikel agregat tidak selalu merupakan indikator, baik lebih tinggi atau lebih rendah dari kekuatan rencana.

Tabel 2. 6 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah (Sumber: SNI 7656:2012)

Air (kg/m^3) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump(mm)	9,5 mm*	12,7 mm*	19 mm*	25 mm*	37,5 mm*	50 mm†*	75 mm	150 Mm
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan								
ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
berat ‡‡ (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

4. Langkah 4 Pemilihan rasio air-semen atau rasio air-bahan bersifat semen

Rasio w/c atau w/(c+p) yang diperlukan tidak hanya ditentukan oleh syarat kekuatan, tetapi juga oleh beberapa faktor termasuk daya tahan atau keawetan. Maka dari itu agregat, semen, dan bahan bersifat semen yang berbeda-beda umumnya menghasilkan kekuatan yang berbeda untuk rasio w/c atau w/(c+p) yang sama, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui hubungan antara kekuatan w/(c+p) dari bahan sebenarnya. Jika data ini tidak ada, nilai mutu beton dan nilai ketahanan semen porland dapat dilihat pada **Tabel 2.8**. Untuk bahan tertentu, nilai w/c atau w/(c+p) akan memberikan kekuatan seperti dalam **Tabel 2.8**, berdasarkan hasil pengujian benda uji umur 28 hari yang dipelihara dalam kondisi baku di laboratorium.Kekuatan rata- rata harus melebihi kekuatan yang disyaratkan dengan perbedaan yang cukup tinggi untuk menggunakan hasil-hasil uji yang rendah dalam rentang batas tertentu.

Tabel 2. 7 Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton (Sumber: SNI 7656:2012)

Kekuatan beton umur 28 hari, MPa*	**Rasio air-semen (berat)**	
	Beton tanpa tambahan udara	**Beton dengan tambahan udara**
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

5. Langkah 5 Perhitungan kadar semen

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari penentuan dalam contoh- contoh di langkah 3 dan langkah 4 tersebut di atas. Kebutuhan semen adalah sama dengan perkiraan kadar air pencampur (langkah 3) dibagi rasio air-semen (langkah 4). Namun demikian, bila persyaratannya memasukkan pembatasan pemakaian semen minimum secara terpisah selain dari persyaratan kekuatan dan keawetan, campuran haruslah didasarkan pada kriteria apapun yang mengarah pada pemakaian semen yang lebih banyak.

6. Langkah 6 Perkiraan kadar agregat kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada Tabel. Atau dilakukan perhitungan secara analitis atau grafis.

Untuk beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang lebih baik bila pengecoran dilakukan memakai pompa, atau bila beton harus ditempatkan ke dalam cetakan dengan rapatnya tulangan baja, dapat mengurangi kadar agregat kasar sebesar 10% dari nilai yang ada dalam Tabel 2.9. Namun demikian tetap harus berhati-hati untuk meyakinkan agar hasil-hasil uji slump, rasio air-semen atau rasio air-(semen+bahan bersifat semen), dan sifat-sifat kekuatan dari beton tetap memenuhi rekomendasi serta memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang bersangkutan.

Tabel 2. 8 Volume agregat kasar per satuan volume beton(Sumber: SNI 7656:2012)

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven persatuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan† dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

7. Langkah 7 Perkiraan kadar agregat halus

Setelah selesai melakukan langkah 6, seluruh komponen bahan dari beton sudah dapat diperkirakan, kecuali agregat halus. Posedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, beratsatuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan-bahanyang sama. Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel 13.6 dapat digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per m3 tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian

secara mudah berdasarkan campuran percobaan seperti yang akan ditunjukkan dalam contoh-contoh.

Tabel 2. 9 Perkiraan awal berat beton segar (Sumber: SNI 7656:2012)

Ukuran nominal maksimum agregat(mm)	**Perkiraan awal berat beton, kg/m^3***	
	Beton tanpa tambahan udara	**Beton dengan tambahan Udara**
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

8. Langkah ke 8 Penyesuaian terhadap kelembaban agregat

Jumlah agregat yang harus ditimbang untuk beton harus memperhitungkan banyaknya kandungan air yang terserap dalam agregat. Umumnya, agregat ada dalam keadaan lembab, sehingga berat keringnya harus ditambah sebanyak persentase air yang dikandungnya baik yang terserap maupun yang ada dipermukaan. Banyaknya air pencampuran yang harus ditambahkan ke dalam campuran haruslah dikurangi sebanyak air bebas yang didapat dari agregat, yaitu jumlah air dikurangi air terserap.

9. Pengaturan campuran percobaan

Proporsi hasil perhitungan harus diperiksa melalui pembuatan campuran percobaan yang dipersiapkan dan diuji menurut SNI 03-2493-1991 atau sebanyak campuran di lapangan. Pemakaian air harus cukup untuk menghasilkan slump yang disyaratkan sewaktu memilih proporsi percobaan.

Beton harus diperiksa berat isi dan jumlah yang dihasilkan / yield (SNI 03-1973-1990) dan kadar udara (SNI 03-3418-1994). Juga harus diperiksa sifat pengerjaannya, bebas dari segregasi, dan sifat penyelesaiannya (*finishing*-nya).

Pengaturan yang sesuai harus pula dilakukan untuk campuran-campuran sebagai berikut.

a. Kebutuhan air pencampur untuk menghasilkan nilai slump yang sama seperti campuran percobaan adalah setara dengan jumlah bersih air pencampur dibagi dengan jumlah beton yang dihasilkan dari campuran percobaan dalam m^3. Jika nilai slump campuranpercobaan tidak sesuai, tambahkan atau kurangi jumlah kandungan air sebanyak 2 kg/m^3 untuk setiap pertambahan atau pengurangan nilai slump sebesar 10 mm.
b. Langkah penyesuaian karena jumlah kandungan udara yang tidak tepat pada beton adalah dengan penambahan atau pengurangan jumlah kandungan air pencampur sebanyak 3 kg/m^3 untuk setiap 1% penambahan atau pengurangan kandungan udara.
c. Perkiraan kembali berat beton segar untuk penyesuaian setara dengan berat beton segar dalam kg/m^3 dari campuran percobaan, dikurangi atau ditambahkan oleh persentase perubahan kadar air campuran percobaan yang

telah disesuaikan.

d. Hitunglah campuran percobaan yang baru ini dimulai dengan langkah 4, jika perlu ubah volume agregat kasar dari untuk menghasilkan sifat pengerjaanyang cocok.

E. Sifat-Sifat Mekanis Beton

Sifat mekanis jangka pendek dan jangka panjang. Sifat mekanis jangka pendek, yaitu kuat tekan beton, kuat tarik beton, kuat geser beton, dan modulus elastisitas beton. Sedangkan untuk sifat mekanis jangka panjang, yaitu rangkak dan susut pada beton.

A. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima tekanan yang berupa gaya tekan per satuan luasnya. Kuat tekan beton dapat diketahui dengan pengujian dengan menggunakan sampel beton berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Kuat tekan beton dapat diketahui dalam umur 28 hari dan dinyatakan dalam satuan Mpa. Selama 28 hari, beton disimpan dan dirawat dengan suhu dan kelembaban yang tetap.

Adapun kuat tekan beton dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$f'c = \sigma = \frac{P}{A} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana:

f'c = σ = Kuat tekan Beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan sampel (mm^2)

Menurut SNI 2847:2013, Untuk beton struktur, Kuat tekan f`c tidak boleh kurang dari 17 MPa. Nilai maksimum f`c tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan standar tertentu.

B. Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik beton lebih rendah dari kekuatan tekan beton karena hanya sekitar 10-15% dari kekuatan tekannya, hal ini disebabkan oleh adanya retak-retak halus pada beton. Hitung kuat tarik belah dari benda uji dengan rumus sebagai berikut :

$$Fct = \frac{2.P}{2.D} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana :

Fct	= kuat tarik belah	(MPa)
P	= Beban uji maksimum	(N)
L	= Panjang benda uji	(mm)
D	= Diameter benda uji	(mm)

C. Susut Beton

Susut pada beton adalah perubahan volume beton yang tidak dipengaruhi oleh pembebanan melainkan akibat beton yang kehilangan air akibat penguapan selama proses pengikatan beton dan juga dapat diartikan akibat perubahan muatan campuran dan perubahan fisika-kimia seiring penambahan waktu setelah proses pengerasan beton

F. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Caecilia Winanda Galih Putri (2022) melakukan penelitian tentang penggunaan cangkang tiram sebagai pengganti semen pada lantai kerja pelerjaan rigid pavement. Berdasarkan hasil penelitian dan job mix design yang dipakai, beton campuran membutuhkan sedikit semen dan berat beton rata rata sama dengan berat beton konvensional. Hasil kuat tekan rata- rata beton untuk perbandingan campuran 60% adalah sebesar 117 Kg/Cm2 , sedangkan untuk perbandingan campuran 70% adalah sebesar 114 Kg/Cm2 serta sebesar 30 Kg/Cm2 untuk campuran 80%.
2. Bunyamin (2021) melakukan penelitian tentang pengaruh subtitusi cangkang tiram sebagai pengganti sebagian semen dan pasir halus terhadap kuat tarik belah beton. Penggantian semen dan agregat halus dengan abu dan serbuk cangkang tiram sebesar 5%, 10% dan 15% dengan FAS 0,40, 0,50, dan 0,60 sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai kuat tarik belah beton. Kuat tarik belah beton normal maksimum terjadi pada FAS 0,40 yaitu 3,72 MPa. Sedangkan kuat tarik belah beton dengan substitusi limbah cangkang tiram terbesar terjadi pada subtitusi 5% dengan FAS 0,5 yaitu sebesar 4,02 MPa. Hal ini dikarenakan jumlah semen pada FAS 0,50 yang lebih sedikit dibandingkan jumlah semen pada FAS 0,40, sehingga semen yang bereaksi dengan air dan limbah cangkang tiram dapat tercampur secara homogen dan pengerjaan pencampuran mudah (workability) sehingga meningkatkan kuat tarik belah beton.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai gambar, tabel, atau grafik. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara 4 (empat) variasi yaitu: Beton Normal, subtitusi serbuk cangkang tiram 4%, subtitusi serbuk cangkang tiram 6%, subtitusi serbuk cangkang tiram 8% . Campuran untuk mengetahui bagaimana kuat tekan dan tarik belah beton.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 (dua) bulan mulai dari tanggal 24 Oktober – 26 Desember.

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian (Sumber : Peneliti)

No	Jenis Kegiatan	Oktober				November				Desember			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi literatur												
2	Persiapan laboratorium												
3	Pengujian bahan dasar												
4	Pembuatan benda uji												
5	Uji kuat tekan beton												
6	Uji kuat tarik beton												
7	Analisa hasil pengujian												

C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat penelitian

a. Saringan

1. Saringan dengan nomor berturut-turut 4,75 mm (No. 4), 2,40 mm (No. 8), 1,2 mm (No. 16), 0,60 mm (No. 30), 0,30 mm (No. 50), 0,15 mm (No. 100), No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat halus (pasir).
2. Saringan dengan nomor berturut-turut 56,25 mm (No.1 ½), 37,50 mm (No. 1), 19,05 mm (No. 3/4), 9,60 mm (No. 3/8), 4,75 mm (No. 4) yang

dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).

b. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air dan berat jenis

c. Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan beton

d. Timbangan

Timbangan difungsikan untuk menimbang bahan-bahan benda uji

e. Cetakan Beton

Cetakan beton yang digunakan adalah cetakan silinder ukuran 150 mm x 300 mm

f. Concrete mixer / mesin pencampur

Digunakan untuk mencampur semua bahan-bahan benda uji

g. Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari berat jenis agregat halus.

h. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji

i. Kerucut *abrams.*

Kerucut *abrams* digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton (nilai *slump*).

j. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai *slump*.

k. Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l. *Universal Testing Machine*

Mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas benda uji beton.

m. Mesin Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji ketahanan aus agregat yang dilengkapi dengan bola-bola baja.

2. Bahan Penelitian

a. Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar dan agregat halus

b. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland

c. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.

d. Serbuk Cangkang Tiram

Serbuk batu gamping yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Kab.Barru, Sulawesi Sealatan.

D. Prosedur Standar Penelitian

1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berat jenis agregat serta tingkat penyerapan air. Jumlah berat jenis yang diperiksa adalah untuk agregat dalam keadaan kering, berat kering permukaan *(Saturated Surface Dry)*, berat jenis semu *(Apparent)*. Adapun keterangan dari berat jenis yang diperiksa adalah sebagai berikut:

a. Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Grafity*)

Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Grafity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

b. Berat jenis permukaan (*SSD*)

Berat jenis permukaan (*SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

c. Berat jenis semu *(Apparent Specific Grafity)*

Berat jenis semu (*Apparent Specific Grafity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

d. Penyerapan

Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering

Adapun prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105° C sampai berat tetap
c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram *(Bk)*
d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar
e. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang *(SSD)*, untuk butiran yang besar pengering harus satu persatu
f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh *(Bj)*
g. Letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekapdan menentukan beratnya dalam air *(Ba)*
h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan ke suhu standar (25° C)

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan berat jenis agregat:

3. Berat jenis (*Bulk Specify Gravity*) $= \frac{Bk}{(Bj-Ba)}$ ..... (3)

4. Berat jenis SSD $= \frac{Bk}{(Bj-Ba)}$ ..... (4)

5. Berat jenis semu $= \frac{Bk}{(Bk-Ba)}$ ..... (5)

6. Penyerapan (Arbsorbsi) $= \frac{(Bj-Bk)}{Bk}\ x\ 100\ \%$ ..... (6)

Dimana:

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

2. Perkiraan Kadar Agregat

a. Perkiraan kadar agregat kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton.

Untuk beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang lebih baik bila pengecoran dilakukan memakai pompa, atau bila beton harus ditempatkan ke dalam cetakan dengan rapatnya tulangan baja, dapat mengurangi kadar agregat kasar sebesar 10% dari nilai yang ada dalam Tabel 3.1. Namun demikian tetap harus berhati-hati untuk meyakinkan agar hasil uji *slump*, rasio air-semen atau rasio air-(semen+bahan bersifat semen), dan sifat-sifat kekuatan dari beton tetap memenuhi rekomendasi serta memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang bersangkutan.

Tabel 3. 2 Volume agregat kasar per satuan volume beton (Sumber: SNI 7656:2012)

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven (SSD) per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60

Lanjutan Tabel 3. 2 Volume agregat kasar per satuan volume beton (Sumber: SNI 7656:2012)

25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Volume ini dipilih dari hubungan empiris untuk menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan untuk pekerjaan konstruksi secara umum. Untuk beton yang lebih kental (kelecakan rendah), seperti untuk konstruksi lapis lantai (pavement), nilainya dapat ditambah sekitar 10%.

Untuk menentukan berat agregat kasar yang digunakan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$W = V\ x\ SSD$ .....(7)

Dimana:

W = Berat agregat kasar

V = Volume agregat kasar

SSD = Berat jenis permukaan agregat kasar

b. Perkiraan kadar agregat halus

Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat

agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan yang sama. Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel 3.2 dapat digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per m^3 tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian secara mudah berdasarkan campuran percobaan.

Tabel 3. 3 Perkiraan awal berat beton segar (Sumber: SNI 7656:2012)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m^3	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Untuk mendapatkan volume agregat halus yang disyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan-bahan yang diketahui, yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar. Volume beton adalah sama dengan berat beton dibagi densitas bahan

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji di laboratorium. Teknik pengumpulan data terdiri atas 3 (tiga) yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada variasi dari subtitusi cangkang tiram terhadap semen. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 (dua) jenis yaitu:

a. Karakteristik bahan

Data yang diperlukan pada karakteristik bahan didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

1) Karakteristik agregat halus
    a) Gradasi butiran agregat halus
    b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus
    c) Pemeriksaan berat volume agregat halus
    d) Pemeriksaan kandungan lumpur
    e) Pemeriksaan kadar air
    f) Pemeriksaan zat organik
2) Karakteristik agregat kasar
    a) Gradasi butiran agregat kasar
    b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
    c) Pemeriksaan berat volume dalam agregat kasar

d) Pemeriksaan kandungan lumpur

e) Pemeriksaan kadar air

f) Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles

3) Karakteristik semen

a) Pemeriksaan berat jenis semen

b) Konsistensi normal semen portland

c) Pengujian waktu mengikat awal dan mengeras semen portland

b. Karakteristik beton

Data yang diperlukan pada karakteristik beton didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

1) Kuat tekan selinder

2) Kuat tarik belah selinder

3) Distribusi agregat kadar dan agregat halus

2. Data sekunder

Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature.

3. Benda uji

Campuran tanah-semen dan air sebanyak yang direncanakan dan dipadatkan dalam silinder cetakan tertentu. Adapun contoh gambar 3.1 benda uji yang dibuat.



Gambar 3. 1 Benda uji selinder 300 mm × 150 mm (Sumber : Dokumentasi peneliti)

Tabel 3. 4 Variasi campuran subtitusi serbuk cangkang tiram untuk kuat tekan (Sumber : Peneliti)

Variasi Campuran Beton	Umur Hari Beton				Jumlah
	Kuat Tekan			Kuat Tarik Belah	
	7	14	28	28	
Beton Normal	3	3	3	2	12
Serbuk Cangkang tiram 4%	3	3	3	2	12
Serbuk Cangkang Tiram 6%	3	3	3	2	12
Serbuk Cangkang Tiram 8%	3	3	3	2	12
Total					45

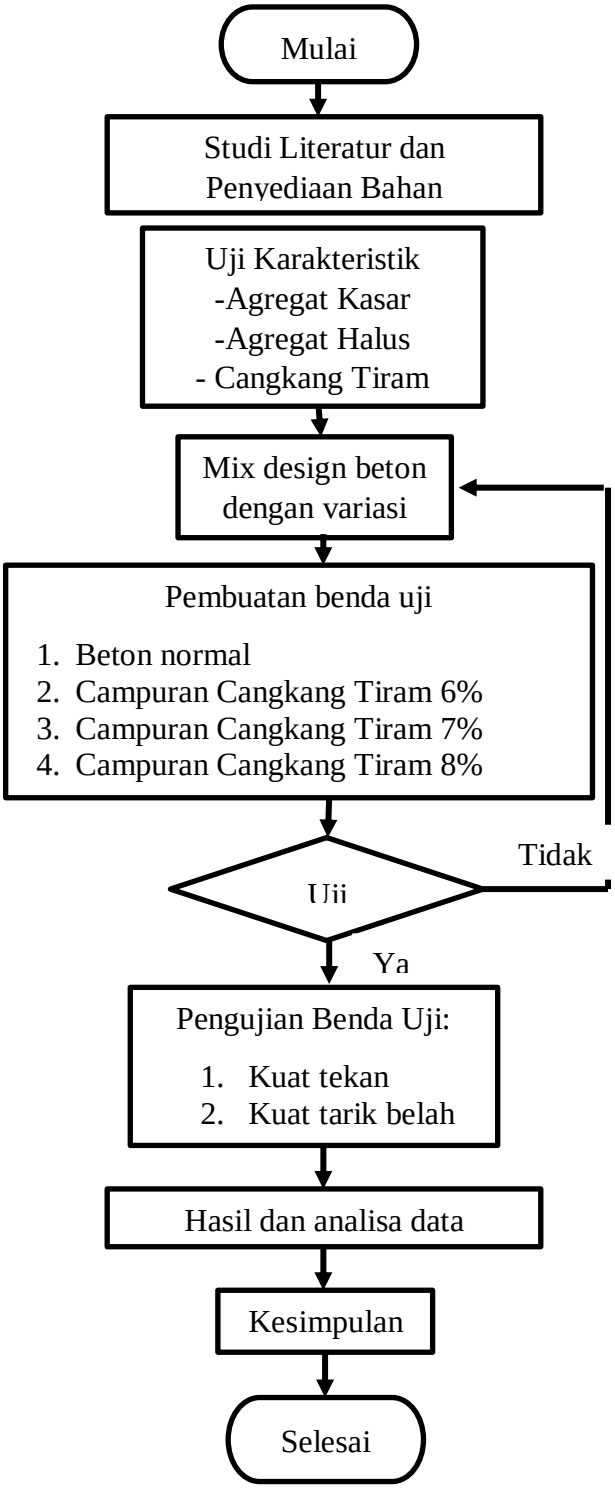
F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya

data akan disajikan delam bentuk tabel maupun grafik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine*.
3. Menghidupkan *Universal Testing Machine* dan benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.
4. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Pada saat retak, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

G. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 2 Bagan alir peneliti

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus dan agregat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1. Agregat Halus

Tabel 4. 1 Rekapitulasi pengujian agregat halus (Sumber : Hasil olah data)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3,2%	3,0%	3,10%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No. 3	No. 1	No. 1	1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	1,83%	5,04%	3,44%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,52	1,69	1,60	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,65	1,73	1,69	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	2%	1,63%	1,83%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,05	2,69	2,37	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	1,97	2,58	2,27	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,01	2,62	2,31	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,49	2,95	3,22	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 3,10%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.1 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 3,44%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,52 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,65, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus .

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,83%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,37, berat jenis kering yaitu 2,27, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,31, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,22, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

2. Agregat Kasar

Tabel 4. 2 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (Sumber : Hasil olah data)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,1%	0,80 %	0,45%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	11,5 %	11,8 %	11,7%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1,63 %	2,25 %	1,94%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,85	1,72	1,79	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,88	1,86	1,87	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	0,40 %	0,24 %	0,32%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,65	2,52	2,58	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,62	2,50	2,56	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,63	2,51	2,57	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7,10	6,69	6,89	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar Lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,45%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Keausan Agregat

Dari pengujian tingkat keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeless* diatas didapatkan hasil 11,7% yang nilainya lebih kecil dari 50% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 1,94% yang nilainya lebih kecil dari 2 % sehingga agregat kasar dapat digunakan pada campuran beton.

d. Berat Volume

Dari pengujian berat volume rongga agregat kasar didapatkan hasil 1,88 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,85 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

e. Penyerapan Air

Dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,32% yang nilainya masih dalam interval maksimum 4 % sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

f. Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 2,58. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,56. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,57, yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6–3,3 sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

g. Modulus Kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI, interval untuk modulus kehalusan yaitu berada antara 6,0-8,0. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 6,89 adalah sesuai dengan spesifikasi. Jadi agregat tersebut dapat digunakan dalam campuran beton.

B. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton dihitung menggunakan metode SNI 7656:2012 dengan hasil data sebagai berikut :

Diketahui data material:

Mutu beton	= 25 Mpa
Slump	= 60-180 mm
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1,668
BJ semen tanpa tambahan udara	= 3,08
Modulus kehalusan agregat halus	= 3.22
Berat jenis (SSD) agregat halus	= 2.56
Berat jenis (SSD) agregat kasar	= 2.69
Penyerapan air agregat halus	= 1.45%
Penyerapan air agregat kasar	= 3.04%
Kadar Air agregat halus	= 3.44%
Kadar Air agregat kasar	= 1.94%
Berat Jenis SSD Serbuk Cangkang Tiram	= 3.15

Perhitungan

1. Deviasi Standart

Fc’ = 25 Mpa

2. Deviasi Standart

Tabel 4.3 Tabel nilai deviasi (kg/cm^2) untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7
Tanpa Kendaili	8,4

Digunakan mutu pengendalian dengan tingkat jelek dikarenakan peneliti sebelumnya tidak pernah melakukan penelitian atau tidak ada pengalaman sama sekali.

3. Nilai tambah (margin)

M = 1,64 x SR

= 1,64 x 7

= 11,48 Mpa ≅ 12 Mpa

4. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan

$fc\ target = f'c + m$

$= 25 + 12$

$= 37$ Mpa

5. Jenis Semen

Semen Portland Tipe 1

6. Jenis Agregat

   Ageregat Halus = Alami

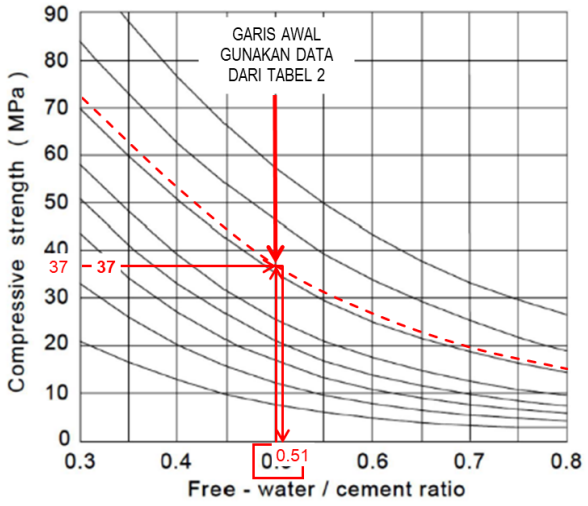
   Agregat Kasar = Batu Pecah

7. Faktor Air Semen Bebas

   = 0,51 Mpa

Tabel 4.4 Perkiraan kekuatan tekan (Mpa) dengan faktor air semen, dan agregat kasar (Seumber : SNI 03-02-2834)

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				
		Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Uji
Semen Portland Tipe 1	Batu tidak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulvat Tipe II,V	Batu tidak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portlan Tipe III	Batu tidak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 4. 3 Grafik perkiraan faktor air semen (Sumber: SNI 03-2834:2000).

f'c rencana = 25 Mpa

f'c target = 31 Mpa

fas pakai = 0,51

8. Faktor Air Semen Maksimum

= 0,60

Tabel 4.5 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (Sumber: SNI 03-2834:2000)

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m^3 beton (kg)	Nilai Faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

9. Slump

Biasanya untuk pengecoran di dalam indor slump yang mudah dikerjakan adala 10 ± 2, atau setara dengan 8 cm – 12 cm, yang dimana didalam grafik slump pada SNI dikategorikan pada wilayah :

= 60 – 180

10. Ukuran Agregat Maksimum

= 20 mm

Tabel 4.6 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (Sumber: SNI 03-2834:2000)

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

11. Kadar Air Bebas

    Wh = 195

    Wk = 225

    Wh adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus, sedangkan wk adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

    $W = \frac{2}{3} \text{ x } Wh + \frac{1}{3} \text{ x } Wk$

    $W = \frac{2}{3} \text{ x } 195 + \frac{1}{3} \text{ x } 225$

    $W = 205{,}00 \text{ kg/m}^3$

12. Kadar Semen

    Jika FAS max lebih besar dari FAS bebas maka digunakan :

    C = W / FAS Max

    Jika FAS Max lebih kecil dari FAS bebas maka digunakan :

    C = W / FAS Bebas

Karena FAS max yang diperoleh lebih besar dari FAS bebas, maka :

C = W / FAS Max

C = 341,67 Kg/m^3

13. Kadar Semen Minimum

= 275,00 Kg/m^3

14. Faktor Air Semen Yang di Sesuaikan

= 341,67 Kg/m^3

15. Susunan Besar Butir Agregat Halus

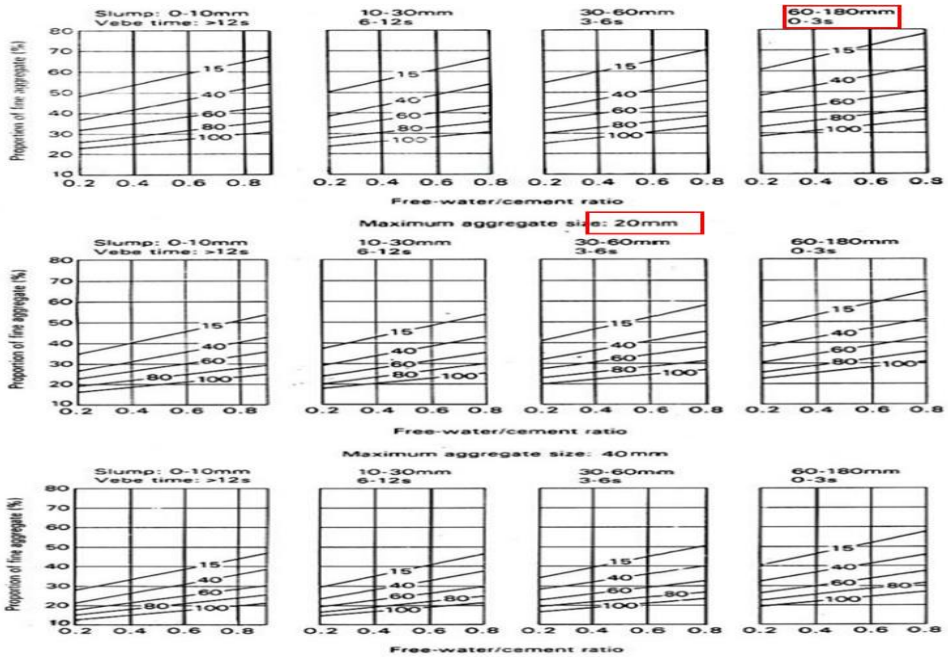
Jenis pasir = Sedang

16. Berat Jenis Agregat

Berat Jenis Agregat Halus = 2,56

Berat Jenis Agregat Kasar = 2,69

17. Persen Agregat Halus



Gambar 4. 1 Perkiraan Persen Agregat (Sumber: SNI 03-2834:2000).

Persen Agregat Halus = 59 % + 25 % / 2

= 41 %

Persen Agregat Kasar = 100 % - Persen Agregat Halus

= 100 % - 41 %

= 59 %

18. Berat Jenis Relatif Agregat Gabungan

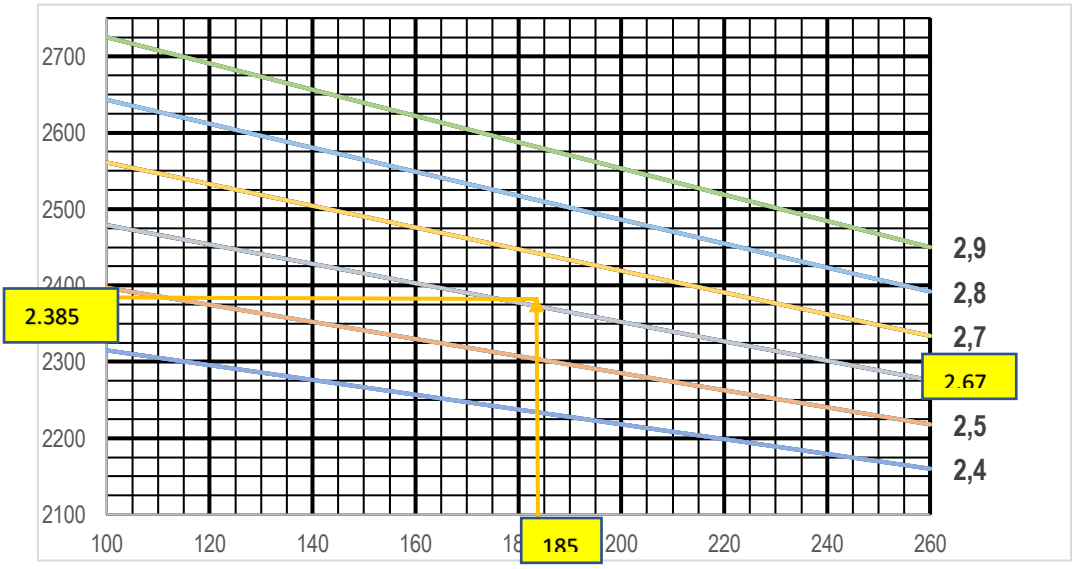
Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan persamaan

Bj Ag.Gab = (Persesn Ag.Halus x Bj.Ag.Halus) + (Persen Ag.Kasar x Bj.Ag.Kasar)

= 267%

= 2,67

19. Berat Isi Beton



Gambar 4. 2 Grafik perkiraan berat isi beton (Sumber: SNI 03-2834:2000).

Berat isi beton = 2.385 kg/m^3

20. Kadar Agregat Gabungan

    Kadar agregat gabungan dihitung menggunakan persamaan :

    Kadar Ag.gab = Berat isi beton – Kadar semen – Kadari air bebas

    Kadar Ag.gab = 1838,33 kg/m^3

21. Kadar Agregat Halus

    Kadar Ag.halus = Persen agregat halus x Kadar Ag.gabungan

    = 753,717 kg/m^3

22. Kadar Agregat Kasar

    Kadar Ag.Kasar = Kadar agregat gabungan – Kadar agregat halus

    = 1084,62 kg/m^3

23. Koreksi Terhadap Kadar Air

    Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-19990

    Misal, kadar air yang didapat

    Ag.Kasar = 1,94%

    Ag.Halus = 3,44%

    Sehingga berat massa penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

    Ag.Kasar (Basah) = 1,94 % x 1085 = 21,042 kg

    Ag.Halus (Basah) = 3,44 % x 753,717 = 25,928 kg

    Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan, maka :

Air yang diberikan Ag.kasar = 3,04% x 1084,62 = 32,972 kg

Air ang diberikan Ag.halus = 1,45% x 735,717 = 10,929 kg

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut

205,0 – 46,969 + 43,901 = 201,932 kg

Maka perkiraan 1 m^3 beton adalah sebagi berikut

Air (yang ditambahkan) = 201,932 kg

Semen = 395,945 kg

Ag.Kasar = 1073 kg

Ag.Halus = 768,716 kg

24. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 1 m^3 Beton (Sumber : Hasil olah data)

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	201,9	205.0	205.0
Semen	359,9	341,7	341,7
Ag. Kasar (kering)	1072,7	1084,6	1084,6
Ag. Halus (kering)	768,7	753,7	753,7

Perbandingan berat = W semen : W pasir : W kerikil : W air

1,67	2,21	3,17	0.60

25. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder = 12 silinder beton

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.3 m

Volume 1 silinder $= \frac{1}{4}\pi d^2 h$

$= \frac{1}{4} 3{,}14 \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

$= 0.0053014 \quad m^3$

Volume total silinder = Vo1ume 1 silinder × Jumlah beton silinder

$= 0{,}0053014\ m^3 \times 12$

$= 0{,}06361725\ m^3$

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15 %

Volume tambahan = vol. 12 silinder x 15%

$=0{,}06361725\ m^3$ x 15%

$= 0{,}00954259\ m^3$

Vol. total = Vol. total silinder + Vol. Tambahan

$= 0{,}06361725\ m^3 + 0{,}00954259\ m^3$

$= 0{,}07315984\ m^3$

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 3 Silinder Beton (Sumber : Hasil olah data)

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
W semen	25,19 Kg	21,74 kg	21,74 kg
W pasir	48,90 Kg	47,95 kg	47,95 kg
W kerikil	68,24 Kg	69,00 kg	69,00 kg
W air	12,85 Kg	15,00 kg	15,00 kg

26. Kebutuhan Serbuk Cangkang Tiram Perbenda Uji :

a. Kebutuhan Beton Normal

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.3 m

Volume 1 silinder = $\frac{1}{4}\pi d^2 h$

= $\frac{1}{4} 3{,}14 \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

= 0.0053014 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15 %

Volume tambahan = vol.1 silinder x 15%

= 0.0053014 m^3 x 15%

= 0.000795 m^3

Vol. total 1 silinder = Vol. 1 silinder + Vol. Tambahan

= 0.0053014 m^3 + 0.000795 m^3

= 0.006096 m^3

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk Beton Normal (Sumber : Hasil olah data)

	Kebutuhan persatu kubik beton		Kebutuhan persatu selinder beton		Kebutuhan 12 selinder	
W semen	341,67	Kg	1,81	kg	21,74	Kg
W pasir	753,72	Kg	4,00	kg	47,95	Kg
W kerikil	1084,62	Kg	5,75	kg	69,00	Kg
W air	205,00	Kg	1,09	kg	13,04	Kg

b. Untuk variasi Serbuk cangkang tiram 4%

Kebutuhan volume serbuk cangkang tiram

Vol. Cangkang tiram = Vol.Semen × 4%

= 0.111 × 4%

= 0.004 m^3

Vol. Semen tersisa = Vol.Semen – Vol.cangkang tiram

= 0,111 m^3 x 0,004

= 0,106 m^3

Berat cangkang tiram = Vol.Semen – Vol.Cangkang Tiram

= 0,004 m^3 × 3.150,00 kg/m^3

= 13,98 Kg

Berat semen = Vol. semen × BJ semen

= 0,106 m3m^3 × 3.150,00 kg/m^3

= 328,00 Kg

Kebutuhan bahan untuk variasi S. Cangkang Tiram 4%

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk Variasi S.C Tiram 4% (Sumber : Hasil olah data)

	Kebutuhan persatu kubik beton		Kebutuhan persatu selinder beton		Kebutuhan 12 selinder	
W semen	328,00	Kg	1,74	kg	20,87	Kg
W pasir	753,72	Kg	4,00	kg	47,95	Kg
W kerikil	1084,62	Kg	5,75	kg	69,00	Kg
W S.B gamping	13,98	Kg	0,07	kg	0,89	Kg
W air	205,00	Kg	1,09	kg	13,04	Kg

c. Untuk variasi Serbuk cangkang tiram 6%

Vol. S. Cangkang tiram = Vol.Semen × 6%

= 0.111 × 6%

= 0.007 m^3

Vol. Semen tersisa = Vol. semen – Vol.S.Cangkang tiram

= 0.111 m^3 - 0.007 m^3

= 0,966 m^3 `

Berat S.Cangkang tiram = Vol. Tiram × BJ S. Cangkang tiram

= 0,007 m^3 × 3.150,00 kg/m^3

= 20,966 Kg

Berat semen = Vol. semen × BJ semen

= 0.104 m^3 × 3.080,00 kg/m^3

= 321,167 Kg

Kebutuhan bahan untuk variasi S. Cangkang Tiram 6%

Tabel 4.7 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk Variasi S.C Tiram 6% (Sumber : Hasil olah data)

	Kebutuhan persatu kubik beton		Kebutuhan persatu selinder beton		Kebutuhan 12 selinder	
W semen	321,17	Kg	1,70	kg	20,43	Kg
W pasir	753,72	Kg	4,00	kg	47,95	Kg
W kerikil	1084,62	Kg	5,75	kg	69,00	Kg
W S.C Tiram	20,97	Kg	0,011	kg	1,33	Kg
W air	205,00	Kg	1,09	kg	13,04	Kg

d. Untuk variasi Serbuk cangkang tiram 8%

Vol. S. Cangkang tiram = Vol.Semen × 8%

= 0.111 × 8%

= 0.009 m^3

Vol. Semen tersisa = Vol. semen – Vol.S.Cangkang tiram

= 0.111 m^3 - 0.009 m^3

= 0,102 m^3 `

Berat S.Cangkang Tiram = Vol. Tiram × BJ S. Cangkang tiram

= 0,007 m^3 × 3.150,00 kg/m^3

= 27,955 Kg

Berat semen = Vol. semen × BJ semen

= 0.102 m^3 × 3.080,00 kg/m^3

= 314,333 Kg

Kebutuhan bahan untuk variasi S. Cangkang Tiram 8%

Tabel 4.8 Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk Variasi S.C Tiram 6% (Sumber : Hasil olah data

	Kebutuhan persatu kubik beton		Kebutuhan persatu selinder beton		Kebutuhan 12 selinder	
W semen	314,33	Kg	1,70	kg	20,00	Kg
W pasir	753,72	Kg	4,00	kg	47,95	Kg
W kerikil	1084,62	Kg	5,75	kg	69,00	Kg
W S.C Tiram	27,955	Kg	0,011	kg	1,78	Kg
W air	205,00	Kg	1,09	kg	13,04	Kg

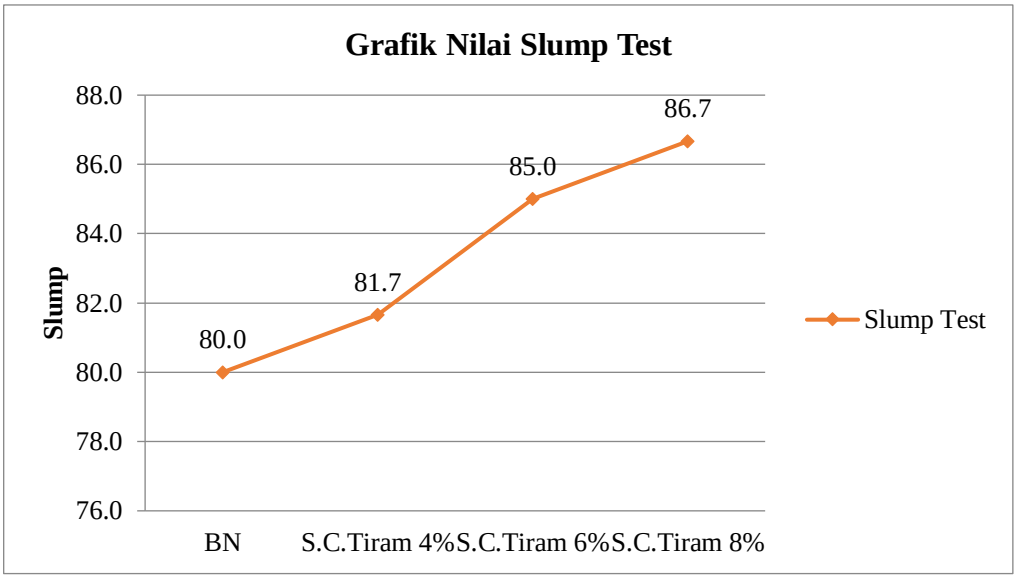
C. Nilai Slump

Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams,* dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

NO	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	*Slump* rencana (mm)	*Slump* rata-rata lapangan (mm)
1	Beton normal	± 10	75 – 100	80,0
2	S.C Tiram 4%			81,7
3	S.C Tiram 6%			85,0
4	S.C Tiram 8%			86,7

Berdasarkan tabel 4.8 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara masing-masing variasi. Dimana pada keempat variasi beton yang didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana.



Gambar 4. 8 Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi

D. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat tekan terhadap benda uji Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan sebanyak 12 sampel yang terdiri dari 4 variasi campuran yaitu beton normal, serbuk cangkang tiram 4%, serbuk cangkang tiram 6%, dan serbuk cangkang tiram 8%. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 3 sampel silinder dengan ukuran benda uji 150 x 300 mm. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang diperoleh sebagai berikut :

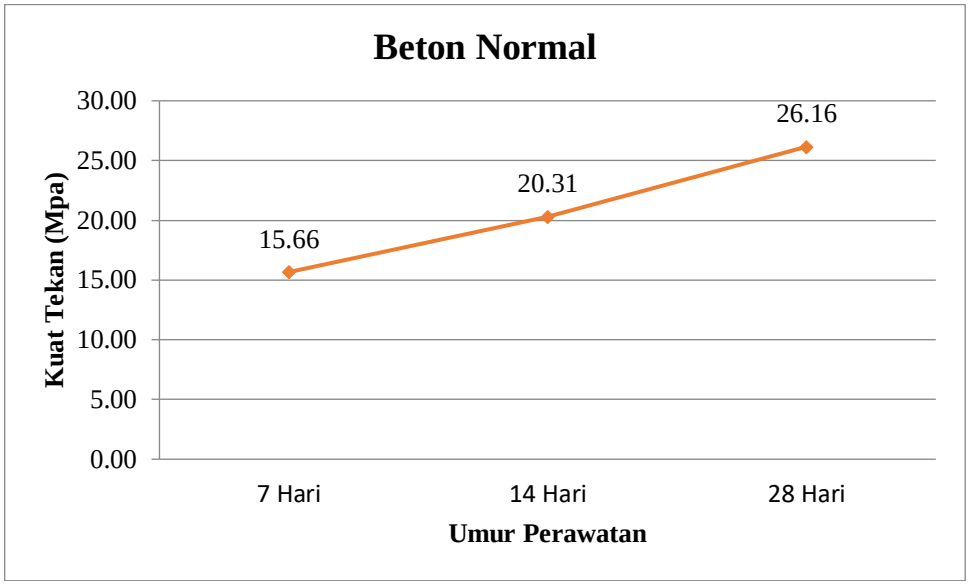
1. Beton normal

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton normal yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Rekap hasil kuat tekan beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	% Capaian f'c
1	7 Hari	15,66	450	15,56	58%
2	14 Hari	20,31	504	20.31	77%
3	28 Hari	26,16	540	26.16	100%

Pada pengujian sampel uji dengan beton normal dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 15,66 MPa untuk umur 7 hari, 20,31 MPa untuk umur 14 hari, dan 26,16 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang di rencanakan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 9 Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 4,65 Mpa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,85 Mpa.

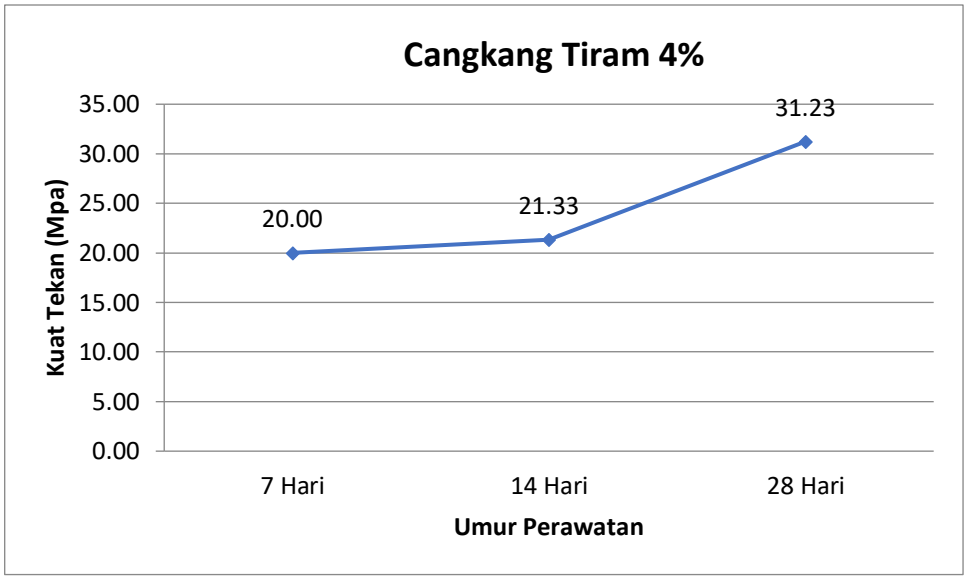
2. Serbuk Cangkang Tiram 4%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton serbuk cangkang tiram 4% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Rekap hasil kuat tekan beton variasi serbuk cangkang tiram 4%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	% Capaian f'c
1	7 Hari	21,51	675	20,57	64%
2	14 Hari	20,57	675	21,51	67%
3	28 Hari	31,89	702	31,89	100%

Pada pengujian sampel uji dengan serbuk cangkang 4% dengan ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapatkan kuat tekan dengan rata-rata 21,51 MPa untuk umur 7 hari, 20,57 MPa untuk umur 14 hari, dan 31,89 MPa untuk umur 28 hari.



Gambar 4. 10 Grafik pengujian kuat tekan serbuk cangkang tiram 4%

Pada grafik diatas dapat disimpukan bahwa beton dengan cangkang tiram 4% mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari sampai dengan umur 28 hari. Hal ini dikerenakan jumlah semen yang lebih sediit dibandingkan dengan beton normal, sehingga semen yang bereaksi dengan air dan serbuk cangang tiram tercampur secara merata dan pengerjaan campuran menjadi mudah (*Workabilty* . Di umur 28 hari beton dengan cangkang tiram 4% sudah memenuhi kuat tekan rencana dan sudah layak digunakan.

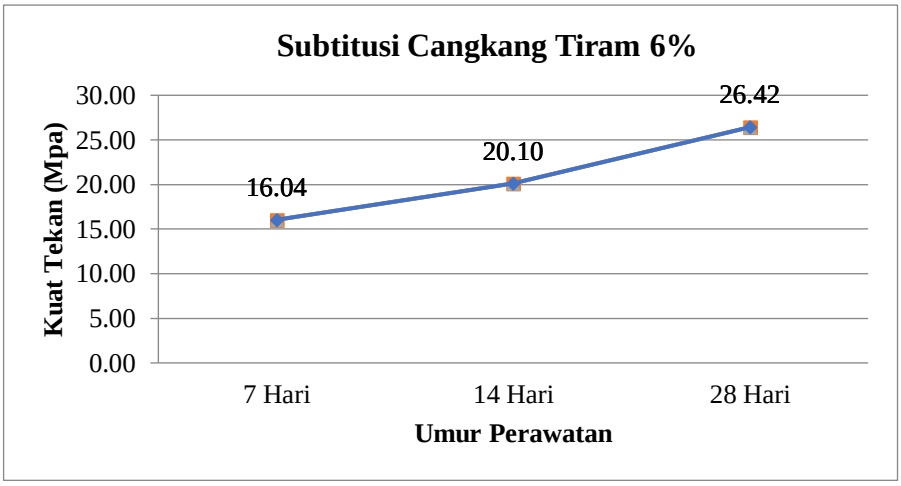
3. Serbuk Cangkang Tiram 6%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton serbuk cangkang tiram 4% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Rekap hasil kuat tekan beton Serbuk cangkang tiram 6%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	% Capaian f'c
1	7 Hari	12,465	280	15,38	58%
2	14 Hari	12,463	365	19,44	73%
3	28 Hari	12,227	433	26,42	100%

Pada pengujian sampel uji serbuk cangkang tiram 6% dengan ukuran 15 x 30 cm dan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 21,14 MPa untuk umur 7 hari, 1 MPa untuk umur 14 hari dan 26,42 MPa untuk umur 28 hari. Disaat beton berumur 28 hari, beton dengan serbuk cangkang tiram 6% masih memenuhi kuat tekan rencana dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 11 Grafik pengujian kuat tekan beton SCT 6%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan serbuk cangkang tiram 6% mengalami peningkatan kuat tekan dari dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 4,06 Mpa . Kemudian di umur 28 hari beton mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,85 Mpa. Beton dengan serbuk cangkang tiram 6% mengalami penurunan kuat tekan dari beton dengan serbuk cangkang tiram 4%.

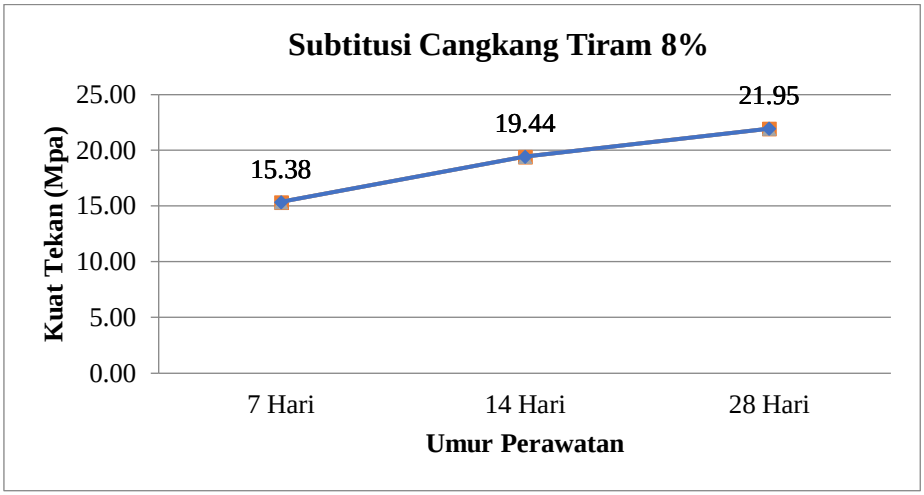
4. Serbuk Cangkang Tiram 8%

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada Serbuk cangkang tiram 8% yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Tabel rekap hasil kuat tekan serbuk cangkang tiram 8%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)	% Capaian f'c
1	7 Hari	12.478	363	15,38	70%
2	14 Hari	12.278	378	19,44	88%
3	28 Hari	12,342	452,33	21,95	100%

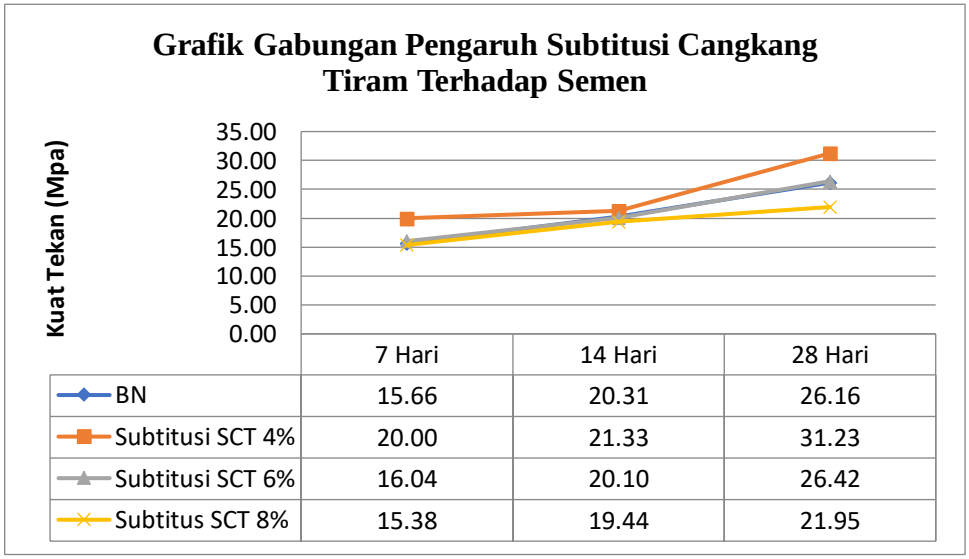
Pada pengujian sampel uji dengan Serbuk cangkang tiram dengan ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 15,38 MPa untuk umur 7 hari, 19,44 MPa untuk umur 14 hari, dan 21,95 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang direncakan dengan:



Gambar 4. 12 Grafik pengujian SCT 8%

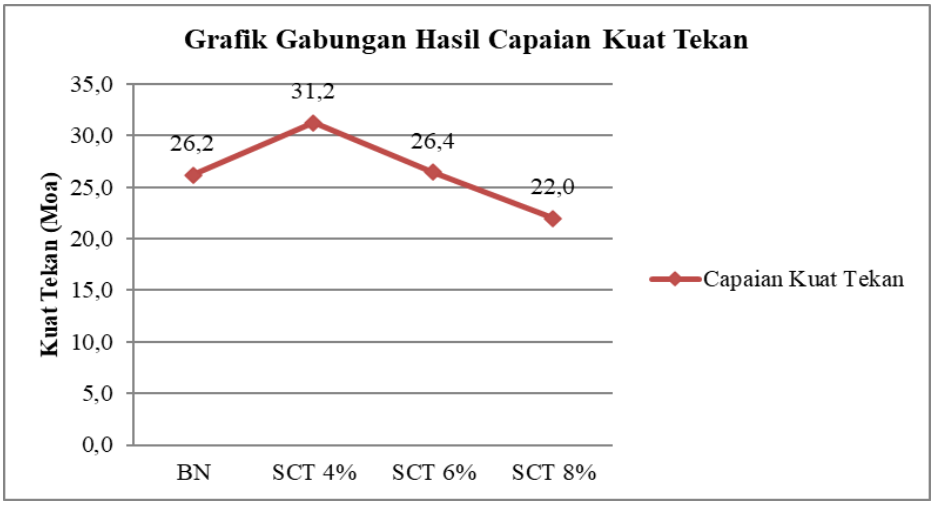
Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa Serbuk cangkang tiram mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 4,06 Mpa dan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 2,52 Mpa.

Berikut adalah grafik gabungan penggunaan serbuk cangkang tiram sebagai subtitusi semen terhadap kuat tekan beton.



	7 Hari	14 Hari	28 Hari
BN	15.66	20.31	26.16
Subtitusi SCT 4%	20.00	21.33	31.23
Subtitusi SCT 6%	16.04	20.10	26.42
Subtitus SCT 8%	15.38	19.44	21.95

Gambar 4. 13 Grafik Gabungan Variasi Serbuk Cangkang Tiram



Gambar 4.14 Grafik Gabungan Hasil Capaian Kuat Tekan

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 4% mengalami peningkatan kuat tekan yang signifikan sebesar 5,07 Mpa dari beton normal dan memenuhi kuat tekan yang direncanakan. Di variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 6% kuat tekan sudah mengalami penurunan sebesar 9,23 dan sudah tidak memenuhi kuat tekan rencana. Kemudian di variasi beton dengan cangkang tiram 8% kuat tekan masih mengalami penurunan sebesar 4,47 Mpa dan tentunya sudah tidak memenuhi kuat tekan rencana. Berdasarkan grafik di atas penggunaan cangkang tiram dengan persentase yang kecil lebih efektif dalam meningkatkan hasil kuat tekan beton, namun jika digunakan sebagai subtitusi semen sepenuhnya atau digunakan dalam jumlah yang besar dinilai belum memenuhi syarat.

E. Kuat Tarik Belah Beton

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan

benda uji berupa silinder dengan ukuran panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 8 buah sampel. Yang terdiri dari beton normal, serbuk cangkang tiram 4%, serbuk cangkang tiram 6% dan serbuk cangkang tiram 8%. Kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal, serbuk cangkang tiram 4%, serbuk cangkang tiram 6% dan serbuk cangkang tiram 8%. adalah sebagai berikut:

1. Beton normal

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	2,684	25,000	300	150	5,000

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,00 MPa. Berdasarkan sumber nilai kuat tarik belah berkisar antara 9-15%. Sehingga nilai pengujian kuat tarik belah sudah sesuai dengan nilai kuat tarik belah teoritis.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 14 Gambar tarik belah normal (Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{9}{20} \times 100$$

$$= 45\ \%$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{11}{20} \times 100 = 55\ \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 45% : 55 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

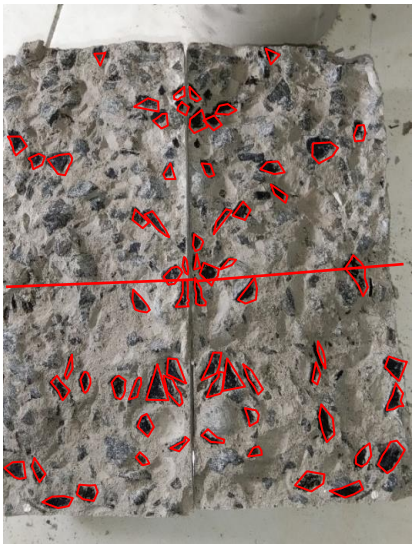
2. Serbuk cangkang tiram 4%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi cangkang tiram 4% pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi serbuk cangkang tiram 4%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	2,684	27,222	300	150	5,444

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi serbuk cangkang tiram 4% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,444 MPa.



Gambar 4. 15 Gambar tarik belah serbuk cangang tiram 4%

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

% Sebaran agregat $= \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$

$= \frac{16}{34} \times 100$

$= 47{,}05\ \%$

b. Sebaran agregat bagian bawah

% Sebaran agregat $= \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$

$= \frac{18}{34} \times 100$

$= 52{,}94\ \%$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 56,09% : 43,90 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

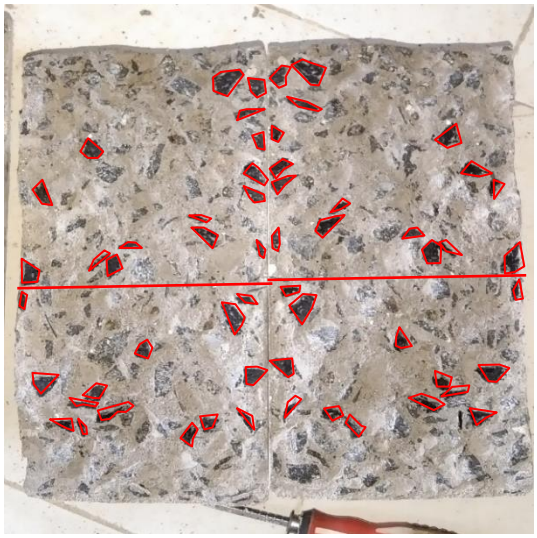
3. Variasi Serbuk Cangkang Tiram 6%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi Variasi serbuk cangkang tiram 6% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 143 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi serbuk cangkang tiram 6%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	2,684	25,556	300	150	5,111

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi Variasi serbuk cangkang tiram 6% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 5,1 Mpa.



Gambar 4. 16 Gambar tarik belah serbuk cangkang tiram 6%
(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{14}{29} \times 100$$

$$= 48{,}27\ \%$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{15}{29} \times 100$$

$$= 51{,}72\ \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,27% : 51,72 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

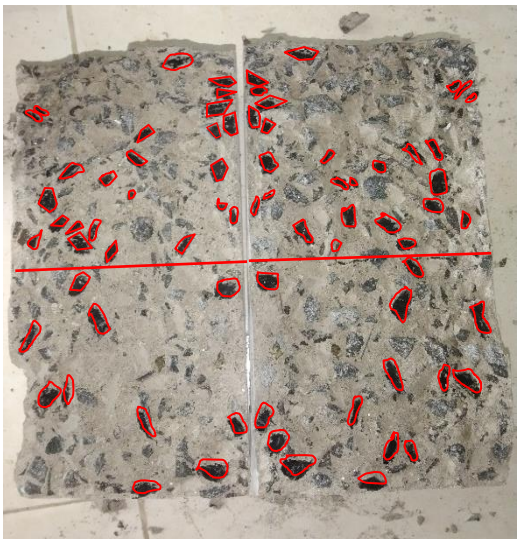
4. Variasi Serbuk Cangkang Tiram 8%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi serbuk cangkan tiram 8% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi serbuk cangkang tiram 8%

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	28 Hari	2,746	23,889	300	150	4,778

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton variasi serbuk cangkang tiram 8% didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 4,77 MPa.



Gambar 4. 17 Gambar tarik belah serbuk cangkang tiram 8%

(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Dari gambar pengujian kuat tarik belah pada benda uji, penyebaran agregat pada beton dapat dirumuskan berdasarkan dari perhitungan berikut:

a. Sebaran agregat bagian atas

$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Atas}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{22}{42} \times 100$$

$$= 52{,}38\ \%$$

b. Sebaran agregat bagian bawah

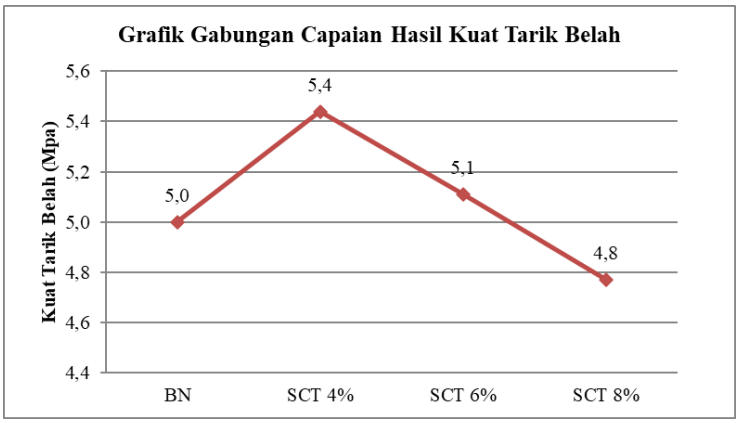
$$\% \text{ Sebaran agregat} = \frac{S.Agregat\ Bawah}{Total\ agregat} \times 100$$

$$= \frac{20}{42} \times 100$$

$$= 47{,}61\ \%$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 52,38% : 47,61 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

Berikut adalah grafik pengaruh penggunaan serbuk batu gamping dan serat steel fiber terhadap kuat tarik belah beton :



Gambar 4. 18 Grafik pengaruh penggunaan serbuk cangkang tiram terhadap kuat tarik belah beton

Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa pada beton normal ke variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 4% mengalami peningkatan kuat tarik belah sebesar 0,44 Mpa, kemudian beton dengan serbuk cangkang tiram 6% mengalami penurunan sebesar 0,33 Mpa dari variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 4%, dan ketika variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 8% kuat tarik belah masih mengalami penurunan sebesar 0,33 Mpa dari variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 6%

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dibahas diatas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan serbuk cangkang tiram dalam jumlah yang kecil lebih efektif dalam meningkatkan kuat tekan dan tarik belah beton. Pada penelitian ini, didapatkan kuat tekan dan tarik belah yang terbaik pada varian beton dengan SCT 4% yaitu sebesar (31, 23 Mpa dan 5,44 Mpa). Di variasi beton dengan serbuk cangkang tiram 4% beton mengalami peningkatan kuat tekan dan tarik belah sebesar (5,07 Mpa dan 0,44 Mpa), dan terus mengalami penurunan di variasi beton dengan SCT 6% yaitu sebesar (9,23 Mpa dan 0,33 Mpa) dan variasi beton dengan SCT 8% yaitu sebesar (4,47 Mpa dan 0,33 Mpa). Penggunaan serbuk cangkang tiram sebagai subtitusi semen secara menyeluruh atau dalam jumlah yang besar dinilai belum memenuhi syarat. Hal ini dikarenakan kandungan zat kalsium karbonat pada serbuk cangkang tiram kurang dapat menggantikan semen secara utuh.
2. Berdasarkan hasil penelitian pada masing-masing variasi sampel, didapatkan bahwa capaian kuat tekan dan kuat tarik belah varian SCT 4% dan SCT 6% yaitu sebesar (31,23 Mpa dan 5,44 Mpa) dan (26,42 Mpa dan 5,11 Mpa) lebih tinggi dari capaian varian beton normal dan SCT 8% yaitu sebesar (26,16 Mpa dan 5,00 Mpa) dan (21,95 Mpa dan 4,77 Mpa)/

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan serbuk cangkang tiram yang lebih banyak agar bisa mengoptimalkan penggunaan serbuk cangkang tiram sebagai material penyusun beton demi mewujudkan beton ekonomis dan ramah lingkungan.

2. Perlu dilakukan penelitian terhadap zat yang terkandung di dalam cangkang tiram.

3. Disarankan penelitian selanjutnya menggunakan bahan tambah penguat beton jika ingin memperbanyak pengunaan serbuk cangkang tiram

DAFTAR PUSTAKA

Caecilia Winanda Galih Putri, Naffaza Rachma Martha, Asri Nurdiana, Lukman (2022). Program Studi Teknik Insfratruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Universitas Diponegoro. *Penggunaan Cangkang Tiram Sebagai Pengganti Semen Pada Lantai Kerja Pekerjaan Rigid Pavement*. Kota Semarang : Jurnal Rekayasa Insfratuktur Sipil

Amran, D. (1984). Ilmu Bahan Bangunan *Teknologi Beton II*. Padang: Fakultas Pendidikan Teknologi Kejuruan (IKIP) Padang. Badan Standar Nasional. (2000) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

SNI 03-1974-1990. 1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). *Panduan penulisan proposal & skripsi.* Parepare: Universitas Muhammadiyah Parepare

SNI 03-2491-2002. 2002. Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. Bandung: Badan Standar Nasional.

Handayani, L., & Syahputra, F. (2017). *Isolasi dan Karakteristik Nanokalsium Dari Cangkan Tiram* . JPHPI 2017, Volume 20 Nomor 3, 9..

Mulyono, 2003, Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta

Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton.* Yogyakarta: Andi

Siregar, S. M. (2017). *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Witjaksana, B.(2016) Penambahan Serat Steel Fiber Pada Campuran Beton. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya*. 1(2): 209

Badan Standar Nasional. (2011) *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Banda Uji Silinder. SNI 1974:2011*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Badan Standar Nasional. (2008) *Cara Uji Slump Beton. SNI 1972:2008*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

BSN, 2011.*Cara Uji Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder,Sni 1974-2011*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

Mulyono, 2003, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta

SNI 03-1974-1990. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.

SNI 03-2491-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Bandung: Badan Standar Nasional.

Badan Standar Nasional. (2000) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). *Panduan penulisan proposal & skripsi.* Parepare : Universitas Muhammadiyah Parepare.