

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di dunia konstruksi, beton sampai saat ini masih berperan penting sebagai material utama dalam pembangunan, hal ini dikarenakan banyak kelebihan yang dimiliki oleh beton itu sendiri seperti mudah dalam pengerjaannya, mempunyai kuat tekan yang tinggi, dan nilai ekonomis dalam pembuatan maupun perawatannya. Sebaliknya, beton juga memiliki beberapa kelemahan diantaranya rendahnya kemampuan menahan beban tarik karena kegetasan (*Brittle*) dari beton itu sendiri. Karena sifat beton yang getas menyebabkan beton akan segera retak jika mendapat gaya tarik yang tidak terlalu besar, beton digunakan sebagai salah satu bahan pembentuk konstruksi, bahan penyusun beton diantaranya adalah air, semen portland, agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan proporsi tertentu dengan ataupun tanpa bahan tambah (SK-SNI T-15-03, 1991).

Agregat halus adalah pasir alam atau pasir yang dihasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5,0 mm. agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton serta mempunyai tekstur yang tajam dan keras tidak dapat dihancurkan oleh jari dan tidak mudah aus atau pecah.

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan

batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar. Menurut (Nadia, 2011) Silika (SiO_2) merupakan kandungan kimia yang dapat meningkatkan mutu beton, akibat reaksi yang terjadi antara silika dan kapur bebas yang ada didalam campuran beton.

Dengan semakin meluasnya penggunaan beton dan makin meningkatnya skala pembangunan maka semakin banyak kebutuhan beton dimasa yang akan datang sehingga berpengaruh terhadap perkembangan teknologi beton dimana akan ada inovasi – inovasi baru terhadap beton itu sendiri (Muhammad Asri). Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam kontruksi bangunan tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton, sehingga penambangan batuan sebagai salah satu bahan campuran pembuatan beton secara besar-besaran dapat menyebabkan turunnya jumlah sumberdaya alam yang tersedia untuk keperluan material pembuatan beton (Suharwanto). Sumber daya alam di negara kita tersedia cukup melimpah, namun tidak biasa dikatakan tak terbatas jumlahnya. Pemanfaatan sumber daya alam haruslah diusahakan sehingga dapat mencapai daya guna dan tepat guna yang sebesar-besarnya.

Disisi lain ada beberapa bangunan tua yang terpaksa dibongkar karena bangunan tersebut perlu diperbaharui, mengalami kerusakan, atau tidak layak lagi dihuni Pembuangan limbah tersebut memerlukan biaya dan tempat pembuangan. Pembuangan limbah padat seperti ini pada dasarnya dapat mengurangi kesuburan tanah. Penelitian agregat daur ulang untuk pembuatan beton secara massal telah dilakukan oleh Rosidawani. Disamping itu saat ini sedang marak penggunaan beton siap pakai (ready mix) untuk pembuatan kontruksi bangunan, namun pada

penerapannya sering terjadi kelebihan supply dan sisanya terkadang dibuang disembarang tempat. Yahya, K. & Boussabaine, AH menyatakan bahwa limbah yang dihasilkan dari pembangunan dan pembongkaran memiliki dampak yang sangat signifikan terhadap lingkungan.

Permasalahan kerusakan alam yang diakibatkan oleh penambangan batuan yang berlebihan serta pembuangan limbah beton tersebut mendorong peneliti untuk memanfaatkan atau mendaur ulang limbah beton yang dihasilkan dari suatu aktifitas pembongkaran konstruksi bangunan sebagai agregat alternatif yang dapat menggantikan sebagian atau seluruh agregat alam di dalam campuran beton.

Pemakaian limbah padat sebagai pengganti agregat kasar terhadap pembuatan beton di harapkan mampu mengurangi penggunaan material alam. Limbah padat tersebut berupa bongkaran beton dari konstruksi bangunan. Oleh karna itu dalam penelitian ini limbah beton akan dicoba sebagai material bahan pengisi campuran beton dan untuk melihat apakah dapat memberikan dampak positif terhadap kuat tekan beton.

Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare merupakan bagian dari sarana pendidikan dalam program studi teknik sipil yang mempunyai tugas pokok melayani segala kebutuhan praktikum, perancangan material beton dengan persyaratan dan spesifikasi khusus, pengujian mutu dan sifat material, investigasi struktur eksisting, serta menyediakan advice dan konsultasi teknik. Beberapa penelitian telah dilakukan di laboratorium ini, namun yang menjadi permasalahan yaitu banyaknya limbah beton hasil penelitian sebelumnya yang menumpuk di sekitaran laboratorium. Hal ini dikarenakan sulitnya mencari

lokasi pembuangan dan kurangnya pengetahuan mengenai pengolahan limbah beton. Limbah beton jika dibiarkan terus menumpuk dapat berdampak pada lingkungan sekitar. Salah satu cara untuk mengurangi penumpukan limbah beton tersebut adalah dengan cara mendaur ulang kembali sebagai agregat dari campuran material beton.

Pada penelitian ini, digunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus dan limbah beton sebagai agregat kasar untuk campuran beton baru sebagai pengganti sebagian batu pecah. Pemanfaatan limbah beton yang digunakan adalah beton silinder bekas dari penelitian di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare. Dari penelitian ini diharapkan limbah beton bisa dipergunakan kembali menjadi prasarana kampus. Disamping itu secara tidak langsung sudah mendukung gerakan menuju green concrete, khususnya untuk perlindungan dan pelestarian lingkungan.

Berdasarkan dari latar belakang di atas saya tertarik untuk meneliti karakteristik beton dengan sibtitusi pasir kuarsa dan limbah beton dengan judul **“Analisis Karakteristik Beton Dengan Subtitusi Pasir Kuarsa dan Limbah Beton Ditinjau Dari Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton”**.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh substitusi pasir kuarsa dan limbah beton terhadap nilai kuat tekan dan tarik belah?
2. Berapa komposisi optimal campuran pasir kuarsa dan limbah beton sebagai bahan substitusi untuk menghasilkan kuat tarik belah beton yang maksimal?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah:

1. Untuk pengaruh substitusi pasir kuarsa dan limbah beton terhadap nilai kuat tekan dan tarik belah
2. Untuk mengetahui berapa komposisi optimal campuran pasir kuarsa dan limbah beton sebagai bahan substitusi untuk menghasilkan kuat tarik belah beton yang maksimal

D. Batasan Masalah

Tujuan dari adanya batasan penelitian ini yaitu agar masalah yang hendak di teliti lebih terarah dan bisa mencapai tujuan penelitian. Berikut ini merupakan batasan masalah penelitian:

1. Semen, yaitu semen Tonasa type I (*Portland Cement*) dengan pertimbangan sering digunakan dalam kegiatan untuk pelaksanaan konstruksi.
2. Lokasi pengambilan pasir kuarsa di Malimpung, Kab. Pinrang, Sulawesi Selatan
3. Kuat tekan beton rencana (f'_c) sebesar 25 MPa.

4. Material yang digunakan adalah pasir kuarsa dan limbah beton di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Parepare.
5. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan beton.
6. Variasi pasir kuarsa yang digunakan sebesar 5%, 10%, 15% dari total penggunaan agregat halus
7. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.
8. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan pasir kuarsa dan limbah beton untuk campuran beton
2. Mengetahui kelayakan penggunaan agregat pasir kuarsa dan limbah beton sebagai material konstruksi.
3. Sebagai rekomendasi dinas terkait sebagai bahan material beton.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas tentang teori beton, kuat tekan dan rumus-rumus yang mendukung penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang lokasi dan waktu penelitian, metode, tahapan dan pengujian bahan penyusun beton serta penggunaan alat dalam penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini membahas secara keseluruhan tentang hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang didapat dari penulis dari hasil penelitian untuk memudahkan pembaca mempelajari isi laporan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Dalam pengertian umum beton berarti campuran bahan bangunan berupa pasir dan kerikil atau koral kemudian semen bercampur air, maupun perbandingan pencampurannya. Untuk mendapatkan beton optimum pada penggunaan yang khas, perlu dipilih bahan yang sesuai dan di campur secara tepat. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material yang terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Tjokrodinuljo 2007).

Beton merupakan salah satu bahan material yang umum digunakan dalam dunia konstruksi khususnya pembangunan infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan pembangunan gedung. Menurut Mulyono (2004) Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*).

SNI-2847-2013 Menjelaskan bahwa beton merupakan suatu campuran semen portland ataupun semen lainnya, agregat kasar, agregat halus dan air, campuran beton juga dapat ditambahkan oleh bahan tambah (*admixture*). Beton akan mengeras dan membeku setelah mengalami pencampuran dengan air, beton

akan semakin mengeras seiring dengan penambahan umur beton. Beton akan mencapai kekuatan rencana pada umur 28 hari.

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut :

- a. Biaya yang diperlukan relatif murah sedikit karena bahan baku umumnya mudah didapat.
- b. Biaya pemeliharaan rendah karena beton tahan terhadap temperatur rendah ataupun tinggi serta tahan terhadap peristiwa yang disebabkan oleh kondisi lingkungan, seperti pembusukan dan pengkaratan.
- c. Kekuatannya tinggi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan struktur yang akan dibangun, serta jika dikombinasikan dengan bahan yang juga mempunyai kekuatan yang tinggi akan menghasilkan kesatuan struktur dan dapat digunakan dalam pembuatan bangunan mutu tinggi.
- d. Mudah dibentuk menggunakan cetakan sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan.

Adapun kekurangan beton menurut (Tjokrodimuljo, 2007) yaitu sebagai berikut :

- a. Adanya perbedaan dalam proses perencanaan dan pembuatan beton di daerah-daerah tertentu disebabkan oleh perbedaan karakteristik bahan-bahan campuran beton tergantung dari lokasi pengambilan agregatnya.
- b. Proses perencanaan dan pelaksanaannya bermacam-macam disesuaikan dengan kebutuhan bangunan yang akan dibangun karena beton mempunyai ketentuan kelas kekuatan.

- c. Diperlukan material lain seperti tulangan untuk mengatasi retak atau rapuhnya beton, karena beton mempunyai kuat tarik rendah.

B. Material Penyusun Beton

1. Agregat

Agregat merupakan kumpulan butir butir kerikil, batu pecah, pasir ataupun mineral lainnya yang berupa hasil alam ataupun buatan. Agregat yang digunakan dalam campuran beton, terdiri dari 60% sampai 75% dari volume totalnya, oleh karena itu perlu perhatian terhadap bahan ini, sebab sifat-sifatnya sangat mempengaruhi hasil pembuatan beton, (Mulyono, 2004). Penggunaan banyak agregat dapat mengurangi penyusutan akibat mengerasnya (mengeringnya) beton dan juga dapat mengurangi ekspansi akibat panas.

Menurut Amri (2005), agregat berdasarkan asal perolehannya dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- a. Agregat alam yaitu agregat yang berasal langsung dari alam, melalui proses pemecahan sehingga batuan tersebut berbentuk pasir dan kerikil dan butirannya berbentuk bundar.
- b. Agregat buatan yaitu agregat yang dibuat untuk menggantikan fungsi agregat alam. Contohnya adalah agregat lempung bekah, bermis, perlit, agregat udara, kelereng, dan lain-lain.

Agregat dibedakan berdasarkan ukurannya. Menurut SNI-2834-2000 agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil dari desintegrasi yang terlaksana secara alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh suatu industri pemecah batu, agregat halus memiliki ukuran butir terbesar sebesar 5,0 mm. Agregat kasar

merupakan batuan yang terdesintegrasi alami ataupun berupa batu pecah yang diperoleh dari suatu industri pemecah batu yang memiliki ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahan susun beton yaitu :

a. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 4,8 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (stone crusher). Pasir yang digunakan untuk bahan-bahan bangunan dipilih yang memenuhi syarat. Syarat syarat dari suatu agregat halus adalah sebagai berikut :

- 1) Agregat halus digunakan berbentuk suatu butiran yang kuat dan tajam, memiliki sifat tidak mudah hancur dikarenakan cuaca panas ataupun hujan.
- 2) Agregat halus tidak boleh mengandung suatu bahan organik yang terlalu banyak.
- 3) Agregat halus digunakan mengandung lumpur kurang dari 5% terhadap berat agregat kering. Apabila kandungan lumpur agregat lebih dari 5% maka agregat halus harus dicuci terlebih dahulu. Agregat halus yang digunakan terdiri dari suatu butiran memiliki

ukuran beranekaragam dan ketika proses pengayakan menggunakan susunan ayakan.



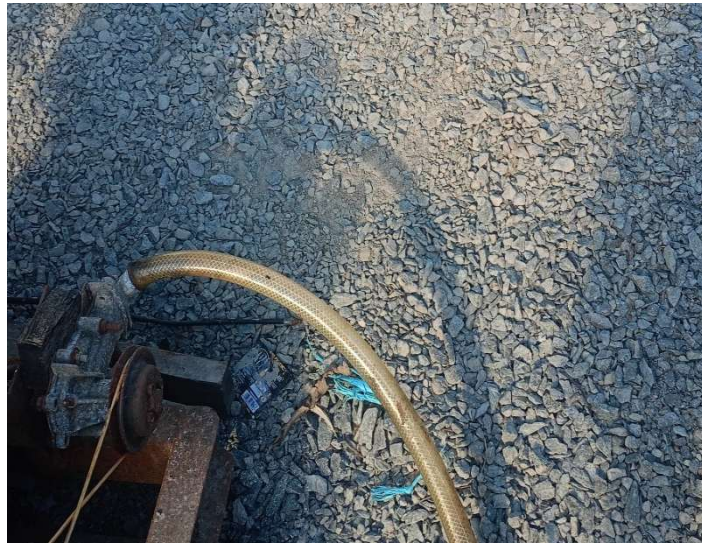
Gambar 4. 1 Agregat Halus (Pasir)
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm. Agregat kasar merupakan nama lain dari kerikil ataupun batu pecah, ukuran kerikil yang umum dihasilkan dari industri pemecah batu yaitu 5 mm - 40 mm. Menurut PBI 1971, syarat – syarat agregat kasar adalah sebagai berikut :

- 1) Agregat kasar yang digunakan memiliki pori-pori kurang dari 20% dari berat agregat seluruhnya. Agregat kasar diharuskan memiliki ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca dingin ataupun panas.
- 2) Agregat kasar yang digunakan mengandung lumpur kurang dari 1% terhadap berat kering. Apabila agregat kasar mengandung lumpur lebih 1% maka agregat kasar dicuci terlebih dahulu. Agregat kasar yang digunakan tidak mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
- 3) Menurut SNI 2847-2013, ukuran maksimum agregat kasar harus tidak melebihi:

- a) Seperlima dari dimensi terkecil dari kedua sisi bekisting.
- b) Sepertiga tebal pelat.
- c) Tiga per empat jarak bersih antar tulangan atau kawat, bundel tulangan, tulangan prategang, tendan dan ikatan tendon.



Gambar 4. 2 Agregat Kasar (Kerikil)
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

2. Sement Portland

Semen merupakan suatu bahan ikat yang sangat penting dan juga banyak digunakan dalam bidang kontruksi sipil. Apabila semen ditambahkan dengan air maka semen akan menjadi sebuah pasta semen dan jika semen ditambah dengan agregat halus, maka pasta semen tersebut akan menjadi mortar. Apabila mortar tersebut digabungkan lagi dengan agregat kasar maka mortar tersebut akan menjadi campuran beton segar yang mana setelah kurun waktu tertentu akan menjadi beton keras. Semen adalah suatu material yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang berfungsi sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan.

Menurut Tjokrodinuljo (2007), *Portland cement* merupakan bahan perekat dalam campuran beton hasil penghalusan klinker. Semen *Portland* dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Senyawa utama semen terdiri dari material calcareous seperti limestone atau kapur dan material argillaceous, seperti besi oksida, serta silica dan alumina yang berupa lempung.

Semen memiliki fungsi utama yaitu untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang padat dan mengisi setiap rongga udara diantara butir - butir agregat. Komposisi semen dalam suatu campuran beton hanyalah sekitar 10%, namun karena semen memiliki fungsi sebagai bahan pengikat maka semen memiliki peranan yang penting. (Mulyono, 2004). Menurut SNI 2049-2004 semen *portland* dibagi menjadi beberapa tipe diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Semen *Portland* tipe I adalah Semen Portland yang digunakan untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus apapun.
- b. Semen Portland tipe II adalah Semen Portland yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang dalam penggunaannya.
- c. Semen Portland tipe III adalah Semen Portland memerlukan kekuatan tinggi pada permulaan setelah pengikatan terjadi dalam penggunaannya.
- d. Semen Portland tipe IV adalah Semen Portland yang dalam penggunaannya diperlukan kalor hidrasi yang rendah.
- e. Semen Portland tipe V adalah Semen Portland yang dalam penggunaannya diperlukan untuk ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Pada semen *portland* (PC) yang sering digunakan pada suatu konstruksi, memiliki kandungan didalamnya, antara lain :

Tabel 2. 1 Susunan oksida yang membentuk semen (*Sumber: Tjokrodinuljo, 2007*)

NO	OKSIDA	PERSENTASE
1	Kapur (CaO)	60 – 70 %
2	Silika (SiO ₂)	17 – 25 %
3	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8 %
4	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 - 6 %
5	Magnesia (MgO)	0,1 - 5,5 %
6	Sulfur (SO ₃)	0,5 – 3 %
7	Portash / Soda (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 – 1,3 %

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI-15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat (CaO.SiO₂) yang bersifat hidrolis dan di giling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat (CaSO₄.xH₂O) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.



Gambar 2. 3 Semen
(*Sumber : Dokumentasi pribadi*)

3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang membuat bereaksi dengan semen portland. Abrahm telah menemukan hubungan kekuatan beton hanya atas perbandingan air dengan semen (w/c ratio) yang hal ini juga mempengaruhi

kemudahan kerja (workable). Semen membutuhkan $\frac{1}{8}$ sampai $\frac{1}{4}$ dari berat air untuk menjadikannya berhidrasi sempurna, (Laintarawan, 2009).

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organik lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya. Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Persyaratan air menurut SKSNI S-04-1989-F adalah:

- a. Bersih.
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung lain yang bisa dilihat secara visual.
- c. Tidak mengandung benda tersuspensi > 2 gram/liter.
- d. Tidak mengandung garam yang mudah larut dan mudah merusak beton (asam, zat organik) > 15 gram/liter.
- e. Kandungan Cl < 500 ppm.
- f. Senyawa sulfat < 1000 ppm sebagai SO_3 .
- g. Bila dibandingkan kekuatan tekan beton memakai air suling, maka penurunan kekuatan beton yang memakai air diperiksa tidak lebih 10%.
- h. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
- i. Untuk beton pratekan kecuali persyaratan air diatas tidak boleh mengandung Cl > 50 ppm.

C. Bahan Tambah Beton

1. Limbah Beton

Saat ini beton menjadi salah satu material yang paling banyak digunakan dalam konstruksi. Salah satu bahan baku beton adalah split yang berasal dari batu alam. Namun penambangan batu telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang sama besarnya dengan kerusakan akibat tumpukan limbah beton di berbagai tempat. Pemakaian limbah padat sebagai pengganti agregat kasar terhadap pembuatan beton di harapkan mampu mengurangi penggunaan material alam serta dapat mengatasi dampak yang diakibatkan dari limbah tersebut. Limbah padat tersebut berupa bongkaran beton dari konstruksi bangunan atau dari hasil penelitian uji kuat tekan. Oleh karena itu dalam penelitian ini limbah beton akan dicoba sebagai material bahan pengisi campuran beton dan untuk melihat apakah dapat memberikan dampak positif terhadap beton tersebut. Kekuatan beton yang dihasilkan menggunakan agregat kasar limbah beton adalah sebesar 84%-86% dari kuat tekan beton yang direncanakan. Oleh karena itu perlu diketahui pengaruh penggunaan limbah beton sebagai pengganti sebagian atau lebih agregat kasar dan agregat halus terhadap kuat tekan beton. Sehubungan dengan hal tersebut dilakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan agregat kasar dan agregat halus dari limbah beton terhadap kuat tekan beton normal ($f_c' = 25 \text{ MPa}$) (Hardjasaputera H et al, 2008).

Menurut I Gusti Made Sudika, I Gusti Ngurah Eka Pratama, dan I Gede Surya Dinata (2019). Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya diperoleh hasil:

- a. Gradasi

Bentuk dan tekstur serta diameter butiran agregat limbah beton sama dengan agregat alam. Hal ini dikarenakan ukuran butiran dapat diatur pada alat pemecahnya dan saringannya.

b. Kandungan Mortar dan Pasta Semen

Kandungan mortar dan pasta yang ada pada agregat limbah beton berkisar antara 20–35% untuk agregat kasar dan untuk agregat halus kurang lebih 45–60%. Kandungan mortar dan pasta semen tersebut mengakibatkan kekerasannya menurun dan adanya pasta semen yang mengeras disekeliling agregat kasar juga mengakibatkan permukaannya lebih licin sehingga bisang temu pada material beton agregat daur ulang menjadi lebih banyak.

c. Berat Jenis

Berat jenis agregat limbah beton tidak beda signifikan dengan agregat alam, yaitu 2440 kg/m³ untuk agregat limbah beton sedangkan agregat alam mempunyai berat jenis 2460 kg/m³.

d. Penyerapan Air

Nilai penyerapan air atau absorpsi yang terjadi pada agregat limbah beton cenderung lebih besar yaitu 4,61% dibandingkan absorpsi agregat alam sebesar 3,95%. Hal ini dikarenakan agregat limbah beton masih tertutupi oleh mortar yang bersifat porous.

e. Tingkat Keausan

Tingkat keausan yang terjadi pada agregat limbah beton sebesar 36,04% sedangkan pada agregat alam sebesar 31,28%.



Gambar 2. 4 Limbah Beton
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

2. Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa/silika merupakan mineral yang terdiri dari kandungan silika dan oksigen. Kedua elemen ini paling banyak melimpah di kerak bumi. SiO_2 atau silika ditemukan pada umumnya berupa bentuk kristalin dan jarang dalam keadaan amorf. Hal ini disebabkan karena SiO_2 terdiri dari ikatan satu atom silikon dan dua atom oksigen (Geost, 2016). Silika (SiO_2) merupakan kandungan kimia yang dapat meningkatkan mutu beton, akibat reaksi yang terjadi antara silika dan kapur bebas yang ada didalam campuran beton. (Nadia, 2011). Pasir kuarsa yang juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan sedimen yang banyak mengandung mineral utama yaitu mineral silika dan feldspar, pasir kuarsa dari proses pelapukan tercuci oleh air dan terbawa angin yang selanjutnya terendapkan ditepi laut, danau dan sungai. Pasir kuarsa di alam ditemukan dengan kemurnian yang cukup bervariasi tergantung dari proses terbentuknya, disamping adanya material pengotor lainnya yang terbawa selama proses pengendapan. (Teguh prayogo dan Bayu Budiman, 2009).

Pasir kuarsa biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai ukuran mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas. (Siswanto, 2012).

Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur 17150°C , bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas $12^\circ - 1000^\circ\text{C}$. Berikut ini kandungan pasir kuarsa menurut Analisa Laboratorium Sucofindo.

Tabel 2. 2 Kandungan Pasir Kuarsa (Sumber: AlfianUmuruddin, 2018)

<i>Chemical Name</i>	<i>Chemical Formula</i>	<i>Typical % By Weight</i>
<i>Silicon Dioxide</i>	SiO_2	98,21
<i>Iron Oxide</i>	Fe_2O_3	0,42
<i>Aluminium Oxide</i>	Al_2O_3	0,32
<i>Calcium Oxide</i>	CaO	<0,01

Lanjutan Tabel 2. 2

<i>Magnesium Oxide</i>	MgO	<0,01
------------------------	--------------	-------

<i>Manganese Dioxide</i>	<i>MnO²</i>	<0,01
<i>Chromium Trioxide</i>	<i>Cr₂O₃</i>	0,06
<i>Sodium Oxide</i>	<i>Na₂O</i>	0,13
<i>Protassium Oxide</i>	<i>K₂O</i>	0,07
<i>Titanium Oxide</i>	<i>TiO²</i>	0,01
<i>Loss on Ignition</i>	<i>LOI</i>	0,48
<i>Moisture Content</i>	<i>MC</i>	0,02



Gambar 2. 5 Pasir kuarsa
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

D. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton secara umum adalah besarnya beban per satuan luas, yang dapat menyebabkan benda uji beton hancur apabila diberi beban gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh suatu mesin tekan. Kuat tekan beton juga dapat diartikan sebagai kapasitas suatu beton dalam menahan suatu gaya tekan sebelum mencapai kegagalan. Menurut Mulyono (2006), nilai kuat tekan beton menunjukkan mutu suatu struktur dimana semakin tinggi nilai kuat tekan beton yang didapat maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Kekuatan tekan beton diperoleh dengan mempersiapkan beberapa benda uji baik kubus maupun silinder pada umur tertentu dan biasanya minimal 3 hari dan maksimal sampai dengan umur 28 hari. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan metode ASTM C39/C39M-20. Kuat tekan maksimum diperoleh pada pengujian benda uji berumur 28 hari.

Menurut SNI 1974-2011 mengenai Cara Uji Kuat Tekan Beton, perhitungan kuat tekan beton untuk benda uji berbentuk silinder ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut:

Kuat tekan beton dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

f'_c = Kuat tekan silinder beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum/hancur (Newton)

A = Luas penampang benda uji (mm²)



Gambar 2. 6 Pengujian Kuat Tekan Pada Beton
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

E. Kuat Tarik Belah Beton

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. Retakan ini hanya berpengaruh pada kuat tarik beton akan tetapi tidak berpengaruh pada kuat tekan beton, karena ketika beton menerima beban tekan maka retakan tersebut akan menutup dan akan terjadi penyebaran tekanan. Pengujian kuat tarik pada beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik dan pengujian dilakukan di laboratorium (Aryatnie, 2021).

Kekuatan tarik belah beton ditentukan dengan benda uji berbentuk silinder. Benda uji tersebut diletakkan secara mendatar atau horizontal diatas permukaan mesin percobaan. Nilai kuat tarik tidak langsung didapatkan setelah memberikan beban pada benda uji, melainkan harus dihitung dengan menggunakan persamaan. Menurut SNI 249-2014 persamaan untuk menentukan nilai kuat tarik pada beton, yaitu sebagai berikut (Dewi et al., 2020) :

$$f'_{sp} = \frac{2 P}{\pi L D} \dots\dots\dots(2)$$

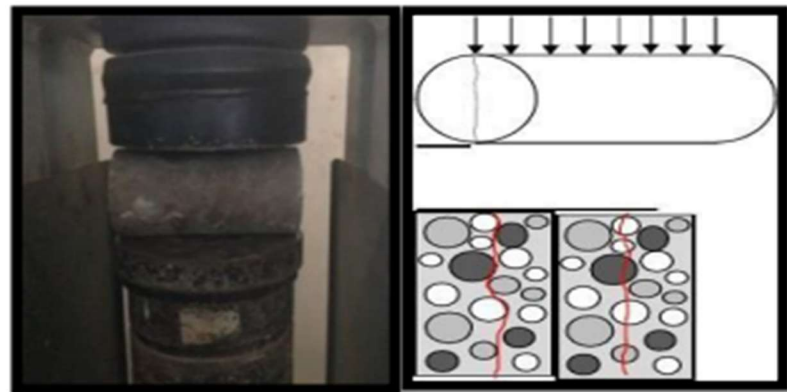
Keterangan:

f'_{sp} : Kuat Tarik Belah (N/mm²)

P : Beban maksimum pada waktu belah (N)

L : Panjang benda uji silinder (mm)

D : Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2.7. Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Pola Retak
Sumber : (Dewi et al., 2020)

F. Ekivalensi Metode Pengujian yang Digunakan

Tabel 2. 3 Tabel standar sni beton SNI 15-2049-2004

Mutu beton	Semen(kg)	Pasir(kg)	Kerikil(kg)	Air(L)	w/r rasio
7,4 Mpa K-(100)	247	869	999	215	0,87
9,8 Mpa K-(125)	276	828	1012	215	0,78
12,2 Mpa K-(150)	299	799	1017	215	0,72
14,5 Mpa K-(175)	326	760	1029	215	0,66
16,9 Mpa K-(200)	352	731	1031	215	0,61
19,3 Mpa K-(225)	371	698	1047	215	0,58
21,7 Mpa K-(250)	384	692	1039	215	0,56
24,0 Mpa K-(275)	406	684	1026	215	0,53
26,4 Mpa K-(300)	413	681	1021	215	0,52
28,8 Mpa K-(325)	439	670	1006	215	0,49
31,2 Mpa K-(350)	448	667	1000	215	0,48

G. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dipahami dan bermanfaat sebagai bahan informasi ataupun bahan acuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Penelitian mengenai penambahan pasir kuarsa dan limbah beton sebagai material pengganti dalam pembuatan beton yang telah dilakukan oleh beberapa orang sebelumnya, diantaranya sebagaimana yang diuraikan berikut ini :

1. Indra Kusumawardhana, Mochamad Teguh (2022) melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Beton Limbah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton”. Berdasarkan perolehan data hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Nilai kuat tekan kontrol yang didapat sebesar 25,62 MPa dan nilai kuat tarik kontrol didapat sebesar 3,23 MPa. Batas maksimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah untuk kuat tekan terdapat pada variasi 30% dengan nilai kuat tekan rerata sebesar 25,73 MPa dan pada variasi 80% dengan nilai kuat tekan rerata sebesar 25,77 MPa. Artinya, nilai kuat tekan beton sampai pada variasi 80% mampu mencapai nilai kuat tekan kontrol, di atas 80% maka nilai kuat tekan beton menurun. Sedangkan untuk batas maksimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar limbah beton untuk kuat tarik terdapat pada variasi 60% dengan hasil yang didapat sebesar 3,25 MPa. Artinya, diatas variasi campuran 60% nilai kuat tarik beton menurun dari kuat tarik kontrol yang dihasilkan. Persentase optimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah pada kuat tekan beton terdapat pada variasi 40% dengan nilai kuat tekan rerata 31,85 MPa.

Begitu juga untuk pengujian kuat tarik beton persentase optimum pencampuran antara agregat kasar alam dengan agregat kasar beton limbah juga terdapat pada variasi 40% dengan nilai kuat tarik rerata sebesar 3,87 MPa.

2. Hariyanto (2018) Telah melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Limbah Bangunan Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton”. Hasil dari penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan: Pemanfaatan limbah bangunan sebagai pengganti agregat kasar dengan proporsi 0%, 40%, 60% dan 100% pada pembuatan beton ini memiliki pengaruh terhadap nilai kuat beton rencana ($f'_c = 20\text{MPa}$). Nilai kuat tekan yang dihasilkan proporsi 0%, 40%, 60% dan 100% tidak masuk kriteria batas selisih yang disyaratkan yaitu 10%. Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yang dihasilkan untuk proporsi 0% sama dengan nilai kuat tekan beton rencana ($f'_c = 20\text{ MPa}$), sedangkan nilai kuat tekan untuk proporsi 40%, 60% dan 100% kurang dari nilai kuat tekan yang direncanakan. Proporsi 40 menghasilkan kuat tekan $f'_c = 15,18\text{MPa}$ (selisih 24,1% terhadap kuat tekan beton rencana). Proporsi 60% menghasilkan kuat tekan $f'_c = 14,13\text{MPa}$ (selisih 29,35% terhadap kuat tekan beton rencana). untuk proporsi 100% menghasilkan kuat tekan $f'_c = 13,51\text{MPa}$ (selisih 32,45% terhadap kuat tekan beton rencana).
3. Penelitian Ir. Nadia, MT Melakukan penelitian tentang Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. Hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton yang dilakukan dengan menggunakan 3 kategori pasir yang berbeda pada umur 7, 14, 21, 28 hari menunjukkan adanya hubungan antara besarnya kandungan senyawa SiO_2

dalam pasir terhadap peningkatan kuat tekan beton. Walaupun demikian, hasil yang didapatkan pada pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan campuran pasir yang mengandung senyawa SiO_2 tidak begitu significant (pengaruhnya sangat kecil).

4. Penelitian Paulus, Herman Arruan (2019) Melakukan penelitian tentang Kuat Tekan Dan Lentur Beton Menggunakan Pasir Silika Dengan Bahan Tambah Sikacim. Hasil penelitian akan menunjukkan Dari hasil uraian dan analisis data yang telah diolah, maka dapat ditarik Kesimpulan bahwa hasil uji karakteristik agregat kasar hasilnya yang tidak memenuhi syarat agregat kasar hanya kadar air yang lebih besar sedikit dapat disesuaikan dengan Slump test pada saat pembuatan benda uji sedangkan berat volume hanya berpengaruh pada berat beton. Agregat halus (pasir silica) memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton. Komposisi rancangan campuran beton didasarkan pada perbandingan berat. Kuat tekan karakteristik beton yang diperoleh beton normal 252,55 kg/cm², kuat tekan karakteristik beton dengan bahan tambah sikacim 0,5% diperoleh 247,39 kg/cm², kuat tekan karakteristik beton dengan bahan tambah sikacim 0,7% diperoleh 291,18 kg/cm² dan untuk kuat tekan karakteristik beton 0,9% diperoleh 307,29kg/cm² dan hasil kuat lentur beton diperoleh beton normal 48,2 kg/cm², bahan tambah sikacim 0,5% diperoleh 41,3%, bahan tambah 0,7% diperoleh 52,2 kg/cm² dan 0,9% diperoleh 57,4%.
5. Penelitian Aka Asyhar Setiawan (2018) Melakukan penelitian tentang Pengaruh Pasir Kuarsa Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. Kuat

tekan yang dihasilkan dari penambahan pasir kuarsa 0 % 34,14 MPa, pasir kuarsa 5% 36,41 MPa, pasir kuarsa 10% 33,95 MPa, pasir kuarsa 31,12 MPa. sedangkan nilai presentase porositas dari penambahan pasir kuarsa 0 % yaitu 0,471 % , pasir kuarsa 5% yaitu 0,283%, pasir kuarsa 10% yaitu 0,330%, pasir kuarsa yaitu 0,519%. kuat tekan pada kadar pasir kuarsa 5% memiliki kuat tekan oaling tinggi, berbanding lurus dengan nilai porositas terkecil pada kadar pasir kuarsa 5%.

6. Penelitian dilakukan Lukito Prasetyo dan Faris Rizal Andardi (2022) melakukan penelitian tentang Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Dan Agregat Halus Berdasarkan Grafik Fuller pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan. Hasil pengujian kuat tekan menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 26,05 MPa mendekati nilai kuat tekan rencana yaitu 27 MPa. Mengacu pada hasil tersebut beton daur ulang layak dijadikan direkomendasikan untuk komponen perkerasan kaku jalan skala ringan yang ramah lingkungan dengan menekan pemakaian bahan alam yang terbatas serta lebih ekonomis tanpa mengurangi durabilitas beton.
7. Penelitian dilakukan Deri Bagusta, dan Ahmad Yudi (2022) melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah beton terlindungi sebagai bahan pengganti agregat kasar dan zeolit sebagai bahan tambah semen. Pengujian kuat tekan beton yang dihasil kan dengan menggunakan alat CTM (Compression Testing achine). Hasil eksperimen menunjukka nilai kuat tekan rata-rata dengan varian campuran Lb 0% : Zi 0%, Lb 25% : Zi 10%, Lb 50% : Zi 10%, Lb 25% : Zi 15%, dan Lb 50% : Zi 15% untuk umur beton 28 hari secara berturut-turut

adalah 17,5 MPa, 16,1 MPa, 16,8 MPa, 14,3 MPa, 9,6 MPa. Simpulan penelitian ini adalah komposisi paling optimum untuk pemanfaatan limbah beton yaitu sebesar 50%.

8. Dahlia Patah dan Amry Dasar (2022) melakukan penelitian tentang “Pengaruh Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton”. Berdasarkan Dari Hasil Penelitian Yang Dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan Sebagai Berikut: Limbah beton dapat digunakan dalam campuran beton ditinjau pada peningkatan kekuatan dan pemanfaatan limbah beton. Kekuatan beton meningkat dengan penggunaan limbah beton dengan rasio optimum penggantian agregat kasar sebesar 10% dengan kuat tekan mencapai 40,03 MPa pada umur 28 hari dengan persentase kenaikan 16,4% dari beton normal. Kemudian, campuran beton yang mengandung agregat limbah beton hingga 40% hanya dapat mencapai tingkat kekuatan antara 93,7% hingga 98,5% mendekati dengan kuat tekan beton normal 34.39 MPa.
9. Nadia, Anwar Fauzi, (2022) “Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan” Berdasarkan Hasil Penelitian dapat ditarik kesimpulan Sebagai Berikut: Dari data-data yang diperoleh dari hasil penelitian dan analisa kuat tekan beton, didapatkan suatu kesimpulan yang menyatakan pembenaran pada hipotesa sebelumnya yaitu: Makin tinggi kandungan SiO_2 dalam pasir $> 40\%$, didapatkan nilai kuat tekan beton lebih tinggi daripada kuat tekan beton pada campuran beton dengan pasir kandungan silicanya yang lebih rendah. Persentase kandungan SiO_2 dalam Pasir, tidak banyak pengaruhnya terhadap Kuat Tekan Beton Persentase

kandungan SiO_2 dalam Pasir, tidak banyak pengaruhnya terhadap Kuat Tekan Beton.

10. Hanafi Ashad, DKK (2019) melakukan penelitian tentang Persamaan Konstitusif Beton Menggunakan Beton Daur Ulang Sebagai Agregat Kasar Dengan Additive Silica Fume. Berdasarkan Dari Hasil Penelitian Yang Dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan Sebagai Berikut: (1). Hasil pengujian kuat tekan variasi 0% sebesar 21,14 MPa, variasi 5 % sebesar 24,16 Mpa, variasi 10% sebesar 26,80 MPa, dan variasi 15 % sebesar 24,72 MPa. (2). Untuk hasil pengujian modulus elastisitas, variasi silica fume 0% sebesar 24158,84 MPa, silica fume 5 % sebesar 25690,63 MPa, silica fume 10 % sebesar 26299,05 MPa dan silica fume 15 % sebesar 24705,10 MPa. (3). Penggunaan silica fume optimum yang menghasilkan kuat tekan maksimum terdapat pada variasi silica fume 10,11 % dengan kuat tekan yaitu 26,14 MPa.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif, yang dimana penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data melalui beberapa pengujian kemudian mendapatkan hasil kesimpulan dalam bentuk angka. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yang merujuk pada pendekatan penelitian yang digunakan untuk menguji berbagai material, secara sistematis dengan melakukan percobaan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Parepare.

B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan pada bulan Juli 2024 sampai dengan bulan Agustus 2024, yang dilakukan di Laboratorium Struktur Dan Bahan Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Berlokasi di Gedung f, Jl. Jend. Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian

NO	JENIS KEGIATAN	Bulan 2024		
		Juli	Juni	Agustus
1	Studi literatur			
2	Persiapan labolatorium			
3	Pengujian bahan dasar			
4	Pembuatan benda uji			

C. Alat dan Bahan

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 No. $\frac{3}{4}$, No. $\frac{1}{2}$, No. $\frac{3}{8}$, No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat kasar (kerikil).

b. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.

c. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan beton.

d. Piknometer

Piknometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari B_j agregat halus.

e. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji.

f. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, Bj, dan gradasi agregat.

g. Mesin aduk beton

Mesin aduk beton digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton.

h. Kerucut abrams

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

i. Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai slump.

j. Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.

k. Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l. Mesin uji tekan

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

- b. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tonasa (50kg) atau Semen Tipe.
- c. Air yang digunakan dalam penelitian ini air dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.
- d. Limbah Beton

Limbah beton yang digunakan di dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare

- e. Bahan tambah yang dipakai dalam penelitian ini adalah pasir kuarsa yang bekedudukan sebagai substitusi agregat halus digunakan dengan persentase bahan yang di gunakan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai bahan tambah dari volume semen.

D. Prosedur dan Rancangan Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini dilakukan tahap sebagai berikut:

1. Tahapan pemeriksaan berat jenis agregat

Persiapan serta pemeriksaan bahan yang akan digunakan untuk campuran beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Proses pemeriksaan bahan tersebut meliputi sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, adapun langkah-langkahnya ialah sebagai berikut:

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan berat ditentukan (agregat halus 500 gram dan agregat kasar seberat 5000 gram).

- 2) Kemudian agregat di rendam selama ± 24 jam.
- 3) Setelah ± 24 jam di rendam, agregat kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan kering permukaan. Untuk mengetahui apakah kondisi sudah tercapai pada agregat halus dilakukan dengan cara pasir dimasukkan kedalam kerucut dan diletakkan ditempat yang rata, kemudian masukkan 1/3 bagian, kemudian padatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 8 kali begitu pula dengan lapisan ke 2 (dua), dan untuk lapisan ke 3 (tiga) ditumbuk sebanyak 7 kali.
- 4) Untuk agregat halus (pasir dengan kondisi kering permukaan tadi dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 500 gram dan tambahkan air sampai 90 % penuh, kemudian dikocok selama ± 5 menit). Kemudian untuk agregat kasar (kerikil dengan kondisi kering permukaan tadi seberat 5000 gram ditimbang di udara, kemudian juga ditimbang di dalam air).
- 5) Keluarkan agregat dari wadah kemudian di oven selama ± 24 jam.
- 6) Setelah di oven ± 24 jam keluarkan agregat dan timbang kembali untuk mendapatkan berat kering.

b. Pemeriksaan kadar organik agregat halus

Langkah untuk pemeriksaan kadar organik agregat halus, sebagai berikut:

- 1) Pasir dimasukkan kedalam botol bening sebanyak 1/3 bagian kemudian ditambahkan juga NaOH sebanyak 1/3 bagian, kemudian botol dikocok selama ± 10 menit.

- 2) Setelah itu botol di diamkan selama 24 jam, kemudian diamati perubahan warna yang terjadi dan dibandingkan dengan menggunakan standar warna kandungan organik.

c. Pemeriksaan keausan agregat kasar

Langkah-langkah untuk pemeriksaan keausan agregat kasar, yaitu sebagai berikut :

- 1) Kerikil ditimbang seberat 2000 gram, kemudian dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 110°C.
- 2) Masukkan kerikil kedalam mesin *Los Angeles Abrasion Machine* beserta bola baja kemudian tekan tombol start.
- 3) Keluarkan agregat dari dalam mesin, kemudian saring menggunakan saringan No. 12.

d. Pemeriksaan kadar air agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar air agregat, yaitu sebagai berikut :

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram).
- 2) Kemudian agregat di oven selama 24 jam dengan suhu tetap 100°C.
- 3) Setelah di oven agregat ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat

Langkah untuk pemeriksaan kadar lumpur agregat, yaitu sebagai berikut:

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram), kemudian oven selama 24 jam.

- 2) Agregat kemudian dicuci diatas saringan No. 200 sampai lumpurnya hilang.
- 3) Setelah dicuci agregat kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 100°C, kemudian di timbang lagi untuk mendapatkan berat kering.

2. Tahapan pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji silinder dengan metode mempersiapkan bahan sesuai dengan perhitungan *mix design*. Tata cara yang dicoba untuk pembuatan beton ialah sebagai berikut :

a. Pemeriksaan material campuran beton

- 1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.
- 2) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.

b. Pencampuran beton

- 1) Masukkan air kedalam mesin sebanyak 80 % dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga agregat dan semen.
- 2) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi kedalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.

c. Pemeriksaan nilai slump

- 1) Masukkan campuran beton segar kedalam kerucut abrams sebanyak 1/3 bagian dengan 3 lapisan, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali.

Setelah lapisan terakhir selesai ditusuk, tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut ke atas, nilai slump yaitu selisih tinggi antara kerucut abrams dengan permukaan atas beton setelah ditarik.

- 2) Setiap pencampuran beton dilakukan sebanyak 2 kali uji nilai slump kemudian dirata-ratakan hasilnya.

d. Pembuatan benda uji kuat tekan

- 1) Campuran beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalam.
- 2) Cetakan diisi dengan campuran beton segar sebanyak 3 (tiga) lapis, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata dan cetakan penuh.
- 3) Kemudian bagian atas permukaan campuran beton diratakan dengan bagian atas cetakan dengan menggunakan tongkat Perata.

3. Tahapan perawatan beton

Perawatan pada beton dilakukan dengan cara perendaman dalam air sampai umur beton yang ditentukan. Perawatan ini bertujuan agar beton selalu lembab terhindar dari keretakan dan dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Langkah kerja perawatan benda uji sebagai berikut :

- a. Buka benda uji dari cetakan.
- b. Lalu rendamkan benda uji di dalam bak perendaman selama umur 28 hari sebelum di uji kuat tekannya.

4. Tahapan pengujian

- a. Kuat Tekan beton

Pengujian kuat tekan pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan pada beton dengan umur beton rencana yaitu 28 hari. langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Benda uji diletakkan pada *Universal Testing Machine*.
- 3) Mesin *Universal Testing Machine* dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tekan pada benda uji.
- 4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

b. Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tarik belah pada beton dengan umur beton rencana yaitu 7 dan 28 hari.

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Benda uji diletakkan secara horizontal di atas pelat mesin *Universal Testing Machine*.
- 3) Mesin *Universal Testing Machine* dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tarik pada benda uji

- 4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 33 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Tabel 3.2. Jumlah Perkiraan Benda Uji Kuat Tekan dan kuat tarik belah Beton

Jenis sampel	Variasi	Kuat tekan			Kuat Tarik belah
		7	14	28	28
Beton normal	0%	3	3	3	3
Beton pasir kuarsa	5%	3	3	3	3
Beton pasir kuarsa	10%	3	3	3	3
Beton pasir kuarsa	15%	3	3	3	3
Total		33			

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data ini dilaksanakan dengan menggunakan metode studi eksperimental dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji di laboratorium Bahan dan Struktur Universitas Muhammadiyah Parepare. Teknik pengumpulan data terdiri dari 2 (dua) yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Tahap selanjutnya dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data primer berupa agregat kasar dan halus secara langsung sebagai bahan penelitian untuk mencari kekuatan tekan dan lenturnya, apakah layak untuk digunakan.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh melalui studi literatur dalam mencari teori berupa jurnal atau artikel-artikel yang digunakan untuk mempelajari karya ilmiah yang memiliki kaitan dengan penelitian yang dilakukan yaitu pemanfaatan pasir kuarsa dan limbah beton dalam pembuatan beton.

F. Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Karakteristik Bahan

Evaluasi bahan-bahan penyusunan beton seperti semen, agregat (kerikil), denda Agregate (pasir) dan air. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari tahu apakah bahan yang digunakan untuk membentuk beton dalam penelitian ini memiliki nilai sesuai dengan persyaratan standar yang telah didirikan

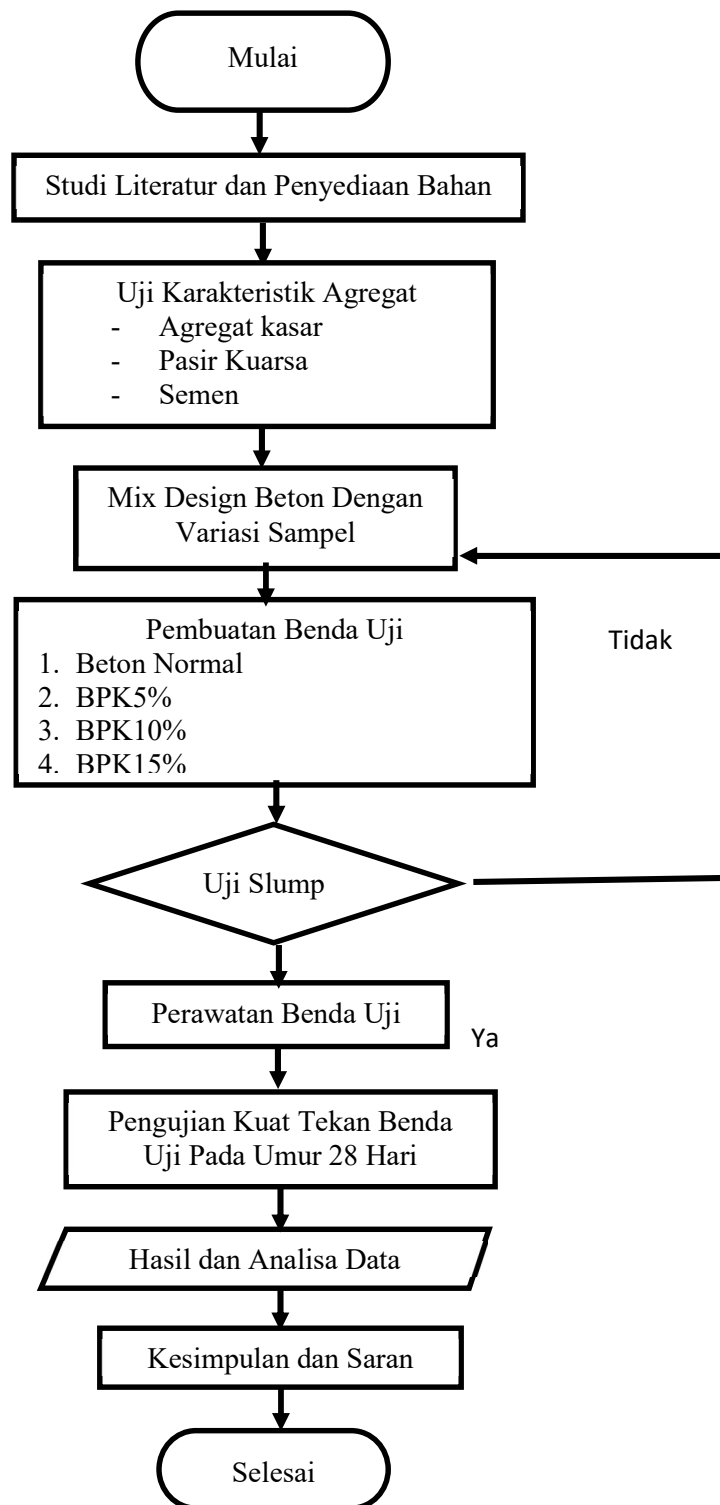
2. Analisa Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil data dari kekuatan kompresive dari setiap variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat menentukan efek yang dihasilkan di setiap grafik usia beton.

a. Pengujian Kuat Tekan Beton (SN1 974-2011)

b. Pengujian kuat Tarik belah Beton (SNI 03-2491-2002)

G. Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Agregat kasar, halus, dan halus diuji berdasarkan standar nasional indonesia, atau SNI rekapitulasi percobaan laboratorium menunjukkan hasil total uji:

1. Agregat halus

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

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3.8%	2.6%	3.20%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.95%	2.46%	3.20%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.41	1.42	1.41	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.52	1.53	1.52	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.94%	1.52%	1.73%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.52	2.56	2.54	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.40	2.46	2.43	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.45	2.50	2.48	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	2.95	2.94	2.95	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 3,20%, 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 3,20%, 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 1,41 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,52 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 (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,73%, 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 2,54, berat jenis kering yaitu 2,43, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,48 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 2,95 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 .	KARAKTERISTI K AGREGAT	INTERVA L	HASIL PENGAMATA N		NILAI RATA - RATA	KETERANGA N
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0.7%	0.90%	0.80%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	18.7%	16.9%	17.8%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.42%	1.94%	1.68%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.60	1.60	1.60	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.67	1.66	1.66	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	1.48%	1.63%	1.55%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.55	2.56	2.56	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.46	2.46	2.46	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.50	2.50	2.50	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6.72	6.72	6.72	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 0,80%, 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 17,8% yang nilainya lebih kecil dari 50% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 1,68% 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 1,60 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,66 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 1,55% 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 2,56. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,46. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,50 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 6,72 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
<i>Slump</i>	= 75-100 mm
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1,663
BJ semen tanpa tambahan udara	= 3,08
Modulus kehalusan agregat halus	= 2,95
Berat jenis (SSD) agregat halus	= 2,48
Berat jenis (SSD) agregat kasar	= 2,50
Penyerapan air agregat halus	= 1,73%
Penyerapan air agregat kasar	= 1,55%
Kadar Air agregat halus	= 3,20%
Kadar Air agregat kasar	= 1,68%
Berat Jenis SSD PSK	= 2,64

Perhitungan

Deviasi Standart

$$\begin{aligned}
 f_{c'} &= 25 \text{ Mpa} \\
 &= 25 \times 9,81 \\
 &= 245,250
 \end{aligned}$$

1. Margin

Tabel 4. 3 Tabel nilai deviasi (kg/cm^2) untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Volume pekerjaan		Mutu pelaksanaan		
Klasifikasi	m^3	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	<1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000-3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	>3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Standar deviasi (S_d) = 60

2. Kuat beton rencana (f_{cr}) = $f_{c'} + m =$

$$\begin{aligned}
 f_{c'} &= 245,250 + (1,64 \times 60) \\
 &= 35,03 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

3. Volume Air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton

Tabel 4. 4 Tabel Volume Air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton untuk berbagai nilai slump dan ukuran agregat maksimum

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 ^{1*}	75 mm ^{1*}	150 mm ^{1*}
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 sebagai berikut : 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 ^{***††}

Bila ditabel tidak maka dilakukan perhitungan interpolasi pembacaan tabel berdasarkan ukuran agregat maximum dan nilai slump

Air		dari tabel	Udara		
25.0	193.0		25.0	1.5%	
20.0	?		20.0	?	
19.0	205.0	dari tabel	19.0	2%	
x =	203.0	kg	x =	1.9%	

4. Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 4. 5 Tabel Faktor Air Semen (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca

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

FAS pakai = 0.470

40.0	0.42
35.03	?
35.0	0.47
x =	0.4697

5. Berat Semen tiap 1 m³ beton

W air =

W semen = W air / fas =

Volume semen = W semen (ton)/BJ semen

203.0	kg
432.20	kg/m ³
0.43219611	ton
0.140323	m ³

6. Berat Kerikil tiap 1 m³ beton

Tabel 4. 6 Tabel volume agregat tiap satuan volume adukan beton

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* 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
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

Kerikil A

19.0	0.620
20.00	?
25.0	0.670
x =	0.628

19.0	0.600
20.00	?
25.0	0.650
x =	0.608

3.0	0.608
2.95	?
2.8	0.620
x =	0.611

Berat kering tusuk (SSD) = 1,663

W kerikil = volume x SSD = 1,01682641 ton
1016,826418 kg

Volume kerikil = berat kerikil / BJ kerikil = 0.407 m³

7. Berat Absolute Pasir tiap 1 m³ beton

Vol. Air	=	203.0	=	0.20 m ³
Vol. padat semen	=	432.20	=	0.140 m ³
Vol. absolute Ag. Kasar	=	1016.826	=	0.407 m ³
Vol. udara terperangkap	=	1.9%	=	0.019 m ³
Jumlah Vol.padat selain Ag. Halus	=	0.770 m ³		
Vol. Ag. Halus	=	0.230 m ³		
Berat Ag halus kering	=	0.230	=	569.5 kg

8. Perkiraan Berat Pasir tiap 1 m³ beton

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

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton adalah 2350

Sehingga :

Air (Berat bersih)	=	203.0
Semen	=	432.20
Agregat kasar	=	1017
Jumlah	=	1652.02

Maka berat Ag. Halus adalah	=	2350	-	1652
	=	698	kg	

9. Koreksi terhadap kadar air

Misal Kadar air didapat :

Ag. Kasar = 1.68%

Ag. Halus = 3.20%

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah :

Ag. Kasar (Basah)	=	1.68%	x	1016.82642	=	17.066 kg
Ag. Halus (Basah)	=	3.20%	x	697.977	=	22.367 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 adalah	1.73%	x	1016.83	=	17.589 kg
--------------	-------	---	---------	---	-----------

Air yang diberikan Ag.

Halus adalah	1.55%	x	697.977	=	10.845
--------------	-------	---	---------	---	--------

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut

$$203,0 - 39,433 \text{ kg} + 28,435 = 192,002 \text{ kg}$$

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut

Air (Yang ditambahkan)	=	192.002	kg
Semen	=	408.780	kg
Ag. Kasar	=	1016.303	kg
Ag. Halus	=	709.499	kg
Jumlah	=	2326.584	kg

Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	192.0	203.0	203.0
Semen	408.8	432.2	432.2
Ag. Kasar (kering)	1016.3	1016.8	1016.8
Ag. Halus (kering)	709.5	698.0	569.5

10. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder = 12 silinder beton

Diameter (d) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,3 m

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 silinder} &= \frac{1}{4} \pi d^2 h \\
 &= \frac{1}{4} 3,14 \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0,005301438 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total silinder} &= \text{Volume 1 silinder} \times \text{Jumlah beton silinder} \\
 &= 0,005301 \text{ m}^3 \times 12 \\
 &= 0,063617251 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

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

$$\text{Volume tambahan} = \text{Vol. 12 silinder} \times 15\%$$

$$= 0,047713 \text{ m}^3 \times 15\%$$

$$= 0,007157 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = \text{Vol. total silinder} + \text{Vol. Tambahan}$$

$$= 0,047713 \text{ m}^3 + 0,007157 \text{ m}^3$$

$$= 0,05487 \text{ m}^3$$

a. Kebutuhan Beton Normal

Tabel 4. 7 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 9 silinder beton (*Sumber: Hasil olah data*)

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
W semen	29.91 kg	31.62 kg	31.62 kg
W pasir	51.91 kg	51.06 kg	41.67 kg
W kerikil	74.35 kg	74.39 kg	74.39 kg
W air	14.05 kg	14.85 kg	14.85 kg

b. Untuk variasi PSK

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Pasir} &= \text{B. Pasir} / \text{B. Beton} \\
 &= 697.98 / 2,350.00 \\
 &= 0.297 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. PSK} &= \text{Vol. Pasir} \times 5,0\% \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 5,0\% \\
 &= 0,015 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir Kuarsa} &= \text{Vol. PSK} \times \text{BJ. PSK} \\
 &= 0,015 \times 2,638,69 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 39,186 \text{ kg} \\
 \text{Vol. Pasir Sungai} &= \text{Vol. Pasir} \times 95,0\% \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 95,0\% \\
 &= 0,282 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir Sungai} &= \text{Vol. PSK} \times \text{BJ. Pasir Sungai} \\
 &= 0,282 \text{ m}^3 \times 2,475,49 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 698,487 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi 5% Pasir Kuarsa (*Sumber: Hasil olah data*)

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 12 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	31.62 kg
W pasir	698.49 kg	4.26 kg	51.10 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	74.39 kg
W PSK	39.19 kg	0.239 kg	2.867 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	14.85 kg

c. Untuk variasi Pasir kuarsa 10%

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Pasir} &= \text{B. Pasir} / \text{B. Beton} \\
 &= 697.98 / 2,350.00 \\
 &= 0.297 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. PSK} &= \text{Vol. Pasir} \times 10,0\% \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 10,0\% \\
 &= 0,030 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir Kuarsa} &= \text{Vol. PSK} \times \text{BJ. PSK} \\
 &= 0,030 \times 2,638,69 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 78.372 \text{ kg} \\
 \text{Vol. Pasir Sungai} &= \text{Vol. Pasir} \times 90,0\% \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 90,0\% \\
 &= 0,267 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir Sungai} &= \text{Vol. PSK} \times \text{BJ. Pasir Sungai} \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 2,475,49 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 661.725 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 9 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi 10% pasir kuarsa
(Sumber: Hasil olah data)

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 12 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	31.62 kg
W pasir	661.72 kg	4.03 kg	48.41 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	74.39 kg
W PSK	78.37 kg	0.478 kg	5.734 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	14.85 kg

d. Untuk variasi pasir kuarsa 15%

Kebutuhan variasi 15% pasir kuarsa

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Pasir} &= \text{B. Pasir} / \text{B. Beton} \\
 &= 697.98 / 2,350.00 \\
 &= 0.297 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. PSK} &= \text{Vol. Pasir} \times 15.0\% \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 15,0\% \\
 &= 0,045 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir Kuarsa} &= \text{Vol. PSK} \times \text{BJ. PSK} \\
 &= 0,045 \times 2,638,69 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 78.372 \text{ kg} \\
 \text{Vol. Pasir Sungai} &= \text{Vol. Pasir} \times 85,0\% \\
 &= 0,297 \text{ m}^3 \times 85,0\% \\
 &= 0,252 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Pasir Sungai} &= \text{Vol. PSK} \times \text{BJ. Pasir Sungai} \\
 &= 0,252 \text{ m}^3 \times 2,475,49 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 624.962 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi 15% pasir kuarsa
(Sumber: Hasil olah data)

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 12 selinder
W semen	432.20 kg	2.63 kg	31.62 kg
W pasir	624.96 kg	3.81 kg	45.72 kg
W kerikil	1016.83 kg	6.20 kg	74.39 kg
W PSK	117.56 kg	0.717 kg	8.601 kg
W air	203.00 kg	1.24 kg	14.85 kg

C. Nilai Slump

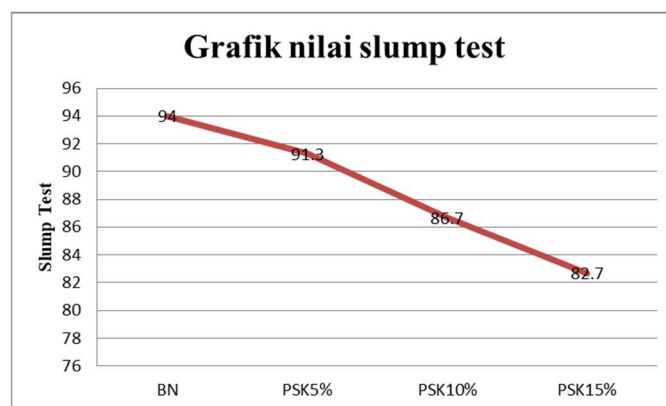
Berbeda dengan nilai slump yang digunakan untuk menilai konsistensi beton dan workability pada kondisi tertentu, hasil pemeriksaan *slump test* digunakan untuk melihat perubahan kadar air campuran beton. Semakin rendah nilai slump, semakin kental beton tersebut, dan proses pemadatan atau pekerjaan beton akan semakin sulit dan memakan waktu. Lebih mudah untuk diterapkan dan tidak memakan banyak waktu selama proses pemadatan saat bekerja atau bekerja saat memadatkan.

Kerucut Abrams digunakan untuk menilai validitas *Slump tes*. Kerucut Abrams pertama kali dibasahi sebelum diletakkan di permukaan yang rata. Kerucut kemudian diisi dengan tiga lapis beton baru, yang bagian atasnya diratakan setelah tiap lapis diisi dengan 1/3 volume kerucut abrams dan ditusuk 25 kali, dengan tusukan berlanjut hingga dasar tiap lapis. Kerucut dinaikkan perlahan secara vertikal selama sekitar 30 detik, setelah itu nilai slump dihitung dengan mengukur tinggi campuran dan membandingkannya dengan tinggi kerucut.

Tabel 4. 11 Hasil pengujian nilai slump test (*Sumber: Hasil olah laboratorium 2024*)

Variasi	Titik			Rata-Rata (mm)	Ket
	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)		
BN	96	93	93	94,0	9
PSK 5%	91	91	92	91,3	7
PSK 10%	86	86	88	86,7	6
PSK 15%	85	81	82	82,7	5

Berdasarkan tabel 4.11 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 dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Perbandingan nilai slump pada setiap variasi (*Sumber: Hasil olah data*)

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 3 sampel yang terdiri dari 4 variasi campuran yaitu beton normal, Pasir Kuarsa 5%, Pasir Kuarsa 10%, Pasir Kuarsa 15%. 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.

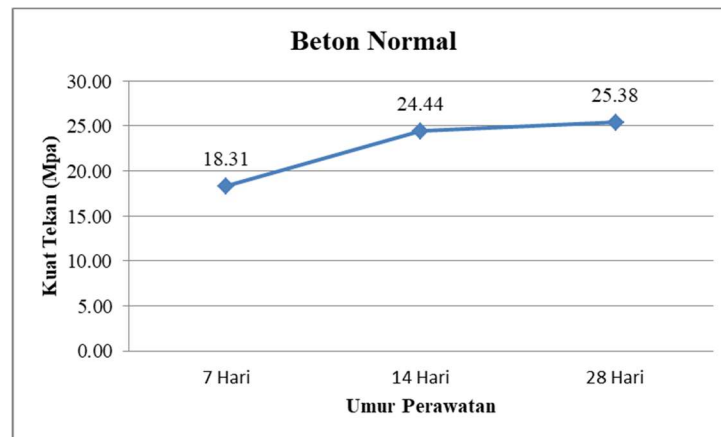
Adapun dari hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh sebagai berikut:

1. Beton Normal

Tabel 4. 12 Rekan hasil kuat tekan beton normal (*Sumber: Hasil olah pengamatan 2024*)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f_c (MPa)
1	7 Hari	12,242	323	18,31
2	14 Hari	12,317	431	24,44
3	28 Hari	12,325	448	25,38

Terdapat tiga sampel uji beton normal dengan silinder 150 x 300 mm, kuat tekan rata-rata 18,31 Mpa selama 7 hari, 24,44 Mpa selama 14 hari, dan 25,38 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4. 4 Grafik pengujian kuat tekan beton normal
(Sumber: Hasil olah data)

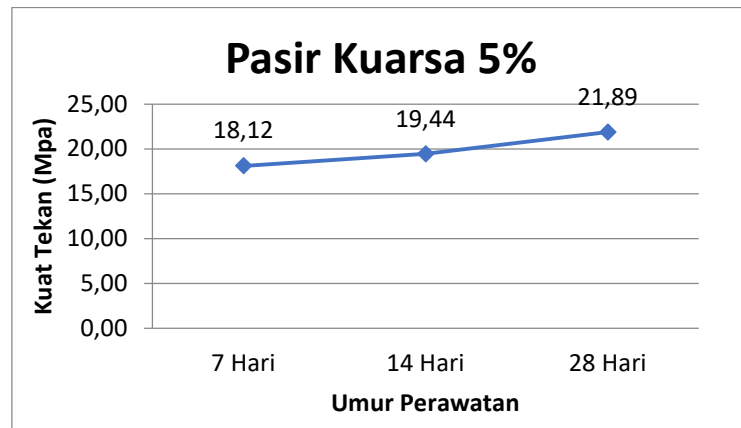
Pada gambar diatas beton normal mengalami peningkatan 6,13 Mpa dari 7 hari ke 14 hari dan 0.94 Mpa dari 14 hari ke 28 hari.

2. Beton pasir kuarsa 5%

Tabel 4. 13 Rekan hasil kuat tekan beton pasir kuarsa 5% (Sumber: Hasil olah pengamtan 2024)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f_c (MPa)
1	7 Hari	12,017	308	18,12
2	14 Hari	12,020	328	19,44
3	28 Hari	12,228	380	21,89

Pada pengujian sampel uji beton dengan pasir kuarsa 5% dengan silinder 150 x 300 mm dihasilkan sampel kuat tekan rata-rata 18,12 Mpa selama 7 hari, 189,44 Mpa selama 14 hari, dan 21,89 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4. 5 Grafik pengujian kuat tekan beton PSK 5%
(Sumber: Hasil olah data)

Pada gambar diatas beton dengan pasir kuarsa 5% mengalami peningkatan

132 Mpa dari 7 hari ke 14 hari dan 2,45 Mpa dari 14 hari ke 28 hari.

3. Beton pasir kuarsa 10%

Tabel 4. 14 Rekan hasil kuat tekan beton pasir kuarsa 10% (Sumber: Hasil olah pengamtan 2024)

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f _c (MPa)
1	7 Hari	12,563	326	19,06
2	14 Hari	12,553	345	20,57
3	28 Hari	12,400	410	23,78

Pada pengujian sampel uji dengan beton SF 8% dengan silinder 150 x 300

mm dihasilkan sampel kuat tekan rata-rata 19,06 Mpa selama 7 hari, 20,57 Mpa

selama 14 hari, dan 23,78 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4. 6 Grafik pengujian kuat tekan beton PSK 10%
(Sumber: Hasil olah data)

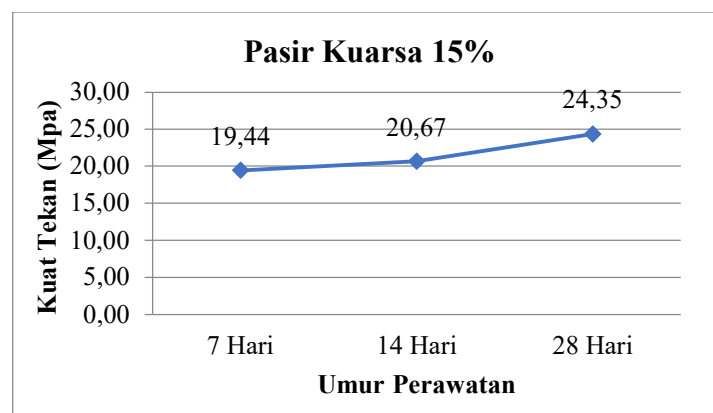
Pada gambar diatas beton dengan pasir kuarsa 10% mengalami peningkatan 1,51 Mpa dari 7 hari ke 14 hari dan 3.21 Mpa dari 14 hari ke 28 hari.

4. Beton pasir kuarsa 15%

Tabel 4. 15 Rekan hasil kuat tekan beton PSK 15 %.

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f_c (MPa)
1	7 Hari	12,058	216	19,44
2	14 Hari	12,128	248	20,67
3	28 Hari	12,370	421	24,35

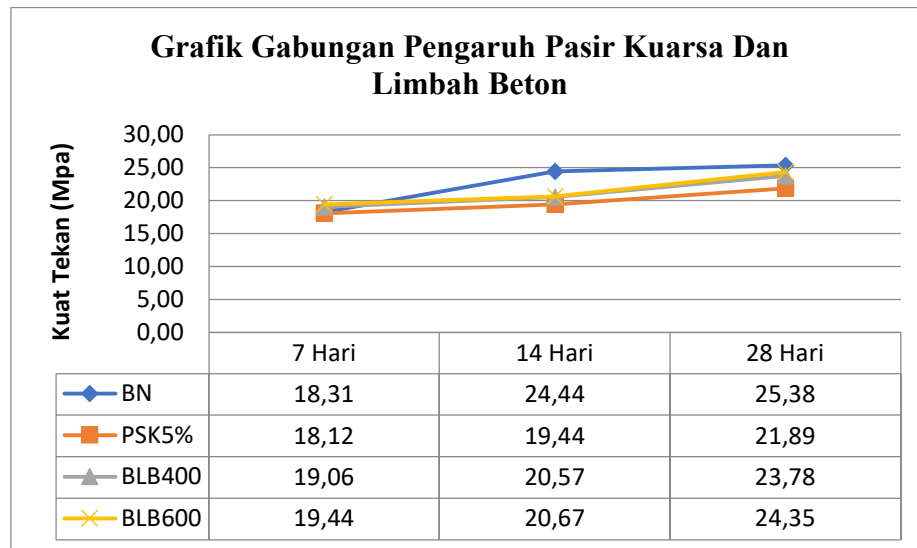
Pada pengujian sampel uji dengan beton PSK 15% dengan silinder 150 x 300 mm dihasilkan sampel kuat tekan rata-rata 19,44 Mpa selama 7 hari, 20,67 Mpa selama 14 hari, dan 24,35 Mpa selama 28 hari.



Gambar 4. 7 Grafik pengujian kuat tekan beton PSK 15%
(Sumber: Hasil olah data)

Pada gambar diatas beton dengan pasir kuarsa 15% mengalami peningkatan 1,23 Mpa dari 7 hari ke 14 hari dan 3,68 Mpa dari 14 hari ke 28 hari.

Berikut adalah grafik gabungan pengaruh pasir kuarsa terhadap kuat tekan beton.



Gambar 4. 8 Grafik gabungan pengaruh Pasir Kuarsa Terhadap Kuat Tekan Beton (Sumber: Hasil olah data 2024)

Berdasarkan grafik pengaruh pasir kuarsa terhadap kuat tekan beton, dapat disimpulkan bahwa kenaikan Kuat Tekan pada Umur 7 Hari pada beton normal (BN) mencapai 18,31 MPa. Beton dengan variasi BPSK 5% mengalami peningkatan sebesar 18,12 MPa. Beton dengan variasi BPSK 10% mengalami peningkatan sebesar 19,06 MPa. Beton dengan variasi BPSK 15% mengalami peningkatan sebesar 19,44 MPa. Peningkatan kuat tekan pada umur 7 hari menunjukkan bahwa pasir kuarsa dapat meningkatkan kekuatan awal beton secara signifikan.

Kenaikan Kuat Tekan pada Umur 14 Hari pada Beton normal (BN) mencapai 24.44 MPa. Beton dengan variasi BPSK 5% sebesar 19,44 MPa. Beton dengan variasi BPSK 5% sebesar 20,57 MPa. Beton dengan variasi BPSK 15% 20,67 MPa. Peningkatan kuat tekan pada umur 14 hari menunjukkan bahwa pasir kuarsa dapat meningkatkan kekuatan beton secara signifikan, dengan peningkatan terbesar pada variasi beton normal.

Kenaikan Kuat Tekan pada Umur 28 Hari pada Beton normal (BN) mencapai 25,38 MPa. Beton dengan variasi BPSK 5% sebesar 21,89 MPa. Beton dengan variasi BPSK 10% sebesar 23,78 MPa. Beton dengan variasi BPSK 15% sebesar 24,35 MPa. Peningkatan kuat tekan pada umur 28 hari menunjukkan bahwa pasir kuarsa khususnya pada variasi BPSK 15%, dapat meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan.

Secara keseluruhan, pasir kuarsa pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton pada setiap umur pengujian. Semakin tinggi persentase pasir kuarsa yang ditambahkan, semakin besar peningkatan kuat tekan beton yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan pasir kuarsa dalam mengisi rongga-rongga pada pasta semen dan memperkuat ikatan antara agregat dan pasta semen, sehingga meningkatkan kekuatan beton.

E. Kuat Tarik Belah

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, pasir kuarsa 5%, pasir kuarsa 10%, dan pasir kuarsa 15%. Untuk masing-masing variasi campuran disiapkan 3 sampel silinder, 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, pasir kuarsa 5%, pasir kuarsa 10%, dan pasir kuarsa 15% 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. 16 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal (*Sumber: Hasil pengolahan data*)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12,940	220	9,778	9,556
2			12,300	210	9,333	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 9,556 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 4.10 Hasil Tarik belah beton normal
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

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

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{86}{185} \times 100 \\ &= 46,48 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{99}{185} \times 100 \\ &= 53,52 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 46,48 % : 53,52 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

2. Beton PSK 5%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi PSK 5% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton PSK 5% (*Sumber: Hasil pengolahan data*)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12,800	185	8,222	9,222
2			12,040	230	10,222	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 9,222 Mpa.



Gambar 4.11 Hasil Tarik belah beton PSK 5% (*Sumber: Dokumentasi pribadi*)

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

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{96}{197} \times 100 \\ &= 48,73 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{101}{197} \times 100 \\ &= 51,27 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 48,73 % : 51,27 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

3. Beton PSK 10%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi PSK 10% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi PSK 10%
(Sumber: Hasil pengolahan data)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12,210	220	9,778	9,333
2			12,270	200	8,889	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 9,333 Mpa.



Gambar 4.12 Hasil Tarik belah beton PSK 10%
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

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

- a. Sebaran agregat bagian atas

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{98}{208} \times 100 \\ &= 47,11 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{110}{208} \times 100 \\ &= 52,89 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 47,11 % : 52,89 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

4. Beton PSK 15%

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi PSK 15% dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari, hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton PSK 15% (*Sumber: Hasil pengolahan data*)

No.	Sampel	Umur Hari	Berat (Kg)	P.Maks (Kn)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	Silinder	28	12,200	195	8,667	9,444
2			12,410	230	10,222	

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 9,444 Mpa.



Gambar 4.13 Hasil Tarik belah beton PSK 15% (*Sumber: Dokumentasi pribadi*)

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

- a. Sebaran agregat bagian atas

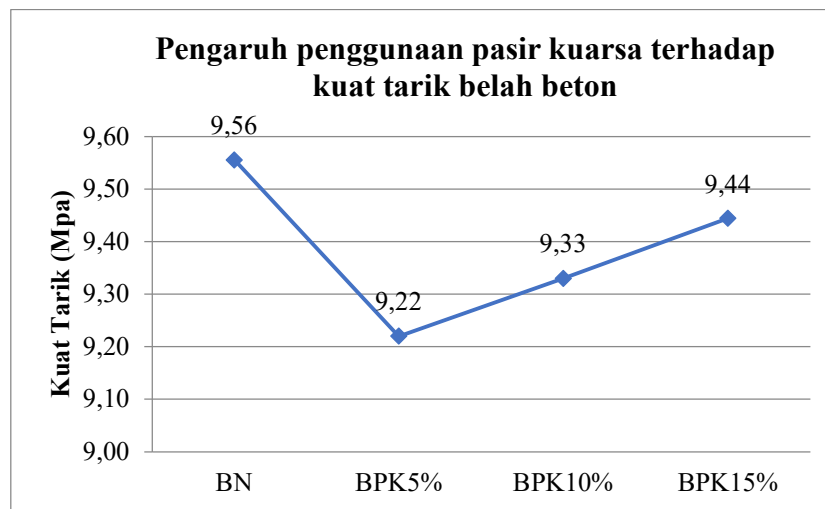
$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Atas}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{96}{201} \times 100 \\ &= 47,76 \%\end{aligned}$$

- b. Sebaran agregat bagian bawah

$$\begin{aligned}\% \text{ Sebaran agregat} &= \frac{S.Agregat Bawah}{Total agregat} \times 100 \\ &= \frac{105}{201} \times 100 \\ &= 52,24 \%\end{aligned}$$

Dapat dilihat dari hasil perhitungan diatas, perbandingan penyebaran agregat bagian atas dan bagian bawah sebesar 47,76 % : 52,24 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penyebaran agregat pada beton merata.

Berikut adalah grafik pengaruh penggunaan pasir kuarsa tiap variasi terhadap kuat tarik belah:



Gambar 4.14 Grafik pengaruh penambahan SF terhadap kuat Tarik belah beton (*Sumber: Hasil olah data*)

Pada beton normal (BN) memiliki nilai kuat tarik belah sebesar 9,56 MPa. Setelah PSK 5% terjadi peningkatan kuat tarik belah menjadi 9,22 MPa atau meningkat sebesar 0,34 MPa dari beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa pasir kuarsa mulai memberikan pengaruh positif terhadap kuat tarik belah beton.

Pada pasir kuarsa PSK 10%, kuat tarik belah beton meningkat menjadi 9,33 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 0,11 Mpa dari beton normal. Peningkatan ini lebih signifikan dibandingkan dengan PSK 5%, yang menunjukkan bahwa peningkatan persentase pasir kuarsa memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap kuat tarik belah beton.

Kenaikan paling signifikan terjadi pada pasir kuarsa 15% dengan nilai kuat tarik belah mencapai 9,44 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pasir kuarsa 15% memberikan peningkatan kuat tarik belah yang paling optimal.

Secara keseluruhan, pasir kuarsa memberikan pengaruh positif terhadap kuat tarik belah beton. Peningkatan ini disebabkan oleh kemampuan pasir kuarsa dalam mengisi rongga-rongga antar partikel menghasilkan ikatan pasta yang lebih padat

dan kuat. Semakin tinggi persentase pasir kuarsa (hingga 15%), semakin besar pula peningkatan kuat tarik belah beton yang dihasilkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Pengaruh kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada beton normal (BN) pada umur 28 hari adalah 25,38 MPa. Pasir kuarsa 5%, 10%, dan 15% meningkatkan kuat tekan menjadi 21,89 MPa, 23,78 MPa, dan 24,35 MPa secara berturut-turut. Pasir kuarsa pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton secara signifikan pada setiap umur pengujian (7, 14, dan 28 hari). Semakin tinggi persentase pasir kuarsa, semakin besar peningkatan kuat tekan beton yang dihasilkan. Variasi BPSK 15% menunjukkan peningkatan kuat tekan tertinggi. Sedangkan kuat tarik belah pada campuran beton memberikan peningkatan nilai kuat tarik belah yang signifikan dibandingkan dengan beton normal. Beton normal memiliki kuat tarik belah 9,56 MPa, kemudian meningkat seiring bertambahnya persentase pasir kuarsa.
2. Komposisi optimal campuran pasir kuarsa dan limbah beton sebagai bahan substitusi untuk menghasilkan kuat tarik belah beton yang maksimal ialah paling signifikan terjadi pada pasir kuarsa 15% dengan nilai kuat tarik belah mencapai 9,44 MPa atau meningkat sebesar 39% dari beton normal. Hal ini menunjukkan

bahwa pasir kuarsa 15% memberikan peningkatan kuat tarik belah yang paling optimal.

B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Disarankan agar penelitian selanjutnya untuk meneliti pasir kuarsa dengan variasi persentase yang lebih tinggi ($>15\%$) untuk mengetahui batas optimal pasir kuarsa terhadap kuat tekan beton.
2. Disarankan agar penelitian selanjutnya dapat ditambahkan kombinasi dengan bahan tambah lain untuk meningkatkan kinerja beton.
3. Dapat ditambahkan pengujian parameter lain seperti porositas, permeabilitas, dan mikrostruktur beton untuk mendapatkan pemahaman yang lebih luas.
4. Disarankan tidak menggunakan pasir kuarsa karna pasir kuarsa cukup mahal

DAFTAR PUSTAKA

- Abibullah. (2021). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Karajata Engineering*. 1(2): 32-40
- Aka Ashyar S. (2018). Pengaruh Pasir Kuarsa Sebagai Material Pengganti Semen Pada Campuran Beton Self Compacting Concrete (Scc) Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(01): 160 – 166
- Alfiyan Umuruddin dkk. (2018). Pasir Kuarsa Tuban Sebagai Bahan Substitusi Semen dan Batu Pecah Substitusi Pasir Untuk Campuran Paving. *Jurnal: Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 6(1)
- Ashad, A., Billa. G. W. S. & Supri, S. C. (2019). Persamaan Konstitusif Beton Menggunakan Beton Daur Ulang Sebagai Agregat Kasar Dengan Additive Silica Fume. 4(1): 41-53
- Badan Standar Nasional. (2000) Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standar Nasional. (2002) Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. SNI 03-2491-2002. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standar Nasional. (2002). Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). SNI 03-2847-2002. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standar Nasional. (2008) Cara Uji Slump Beton. SNI 1972:2008. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standar Nasional. (2011) Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Banda Uji Silinder. SNI 1974:2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. (2012) Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. SNI 7656:2012. Jakarta: Departemen pekerjaan umum
- Badan Standar Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasannya. SNI 2847:2019. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Deri B, dan Ahmad Y. (2019). Pemanfaatan Limbah Beton Terlindungi Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Dan Zeolit Sebagai Bahan Tambah Semen. Institut Teknologi Sumatera

- Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). Panduan penulisan proposal & skripsi. Parepare: Universitas Muhammadiyah Parepare
- Hariyanto. (2018) Pemanfaatan Limbah Bangunan Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Jurnal Ilmiah Teknosains. 4(2):101
- Hardjasaputra, H. & Ciputera, A. (2008). Penggunaan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton Baru. Banten: Jurnal Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan
- Hendriyani, I., Pratiwi, R., & Aprilianus, Y., (2016). Pengaruh Jenis Air Pada Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Transukma. 1(2): 202-212
- Idrus, A. R. (2021). Karakteristik Beton Berongga Dari Limbah Pecahan Beton. Tesis tidak dipublikasikan. Makassar: Universitas Hasanuddin Makassar
- Indra Kusumawardhana, Teguh, M. (2022) Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Beton Limbah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton.
- Lukito P, dan Faris R. A. (2022). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Dan Agregat Halus Berdasarkan Grafik Fuller pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan. Jurnal Rekayasa Sipil, 11(1): 2252 - 7699
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi
- Mulyono, T. (2005). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi
- Nadia MT. (2011). Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. *Jurnal Konstruksi*, 3(1).
- Paulus Ala, dan Herman Arruan. (2019). Kuat Tekan Dan Lentur Beton Menggunakan Pasir Silika Dengan Bahan Tambah Sikacim. *Prosiding*.
- Sudika, I. G. M., Eka Partama, I. G. N., & Surya Dinata, I. G. (2019). Analisis Limbah Benda Uji Beton untuk Mensubstitusi Agregat Kasar pada Campuran Beton. Jurnal Teknik Gradien. 11(1) :45-56
- Turnip, Esra Tulus Beri Pandapotan Turnip (2016) Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton. Undergraduate thesis, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA