

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU
DAN AM 78 CONCRETE ADDITIVE TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

Rizki Aprilia Tami

11 2018 225

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2022**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU
DAN AM 78 CONCRETE ADDITIVE TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**



TUGAS AKHIR

Oleh:

Rizki Apriliatami

11 2018 225

DISETUJUI OLEH :

**Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah
Palembang**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Palembang**


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T., IPM
NIDN.0227077004


Ir. Revisdoh, M.Eng
NIDN.0231056403

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU
DAN AM 78 CONCRETE ADDITIVE TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**



TUGAS AKHIR

Oleh:

Rizki Apriliatami

11 2018 225

DISETUJUI OLEH :

Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing I

Ir. Hj. Nurnilam Oemati, M.T.

NIDN : 0220106301

Pembimbing II

Mira Setiawati, S.T., M.T.

NIDN : 0006078101

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU
DAN AM 78 CONCRETE ADDITIVE TERHADAP
KUAT TEKAN BETON

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

RIZKI APRILIATAMI
Nim : 11 2018 225

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal, 12 April 2022


SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Dewan Penguji

1. Ir. Hj. Nurnilam Oemiati, M.T
NIDN. 0220106301

(
.....)

2. Ir. Revisdah, M.T
NIDN. 0231056403

(
.....)

3. Ir. Notoreyan, M.T
NIDN.0293126801

(
.....)

Laporan tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)

Palembang, 12 April 2022

Program Studi Sipil

Ketua

(
.....)

Ir. Revisdah, M.T
NIDN. 0231056403

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, April 2022



RIZKI APRILIATAMI

NRP. 11 2018 225

MOTTO :

“ Mad Jadda Wajada “

(Siapa yang bersungguh-sungguh pasti akan berhasil) ”

“ Sesungguhnya dibalik kesulitan, pasti ada kemudahan “

(QS.Ai - Insyirah : 5)

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain”

(H.R. Bukhori)

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya”

(QS. Al - Baqarah : 286)

PERSEMBAHAN :

**Alhamdulillah, atas rahmat Allah SWT yang telah meridhoi,
kupersembahkan karya tulisku untuk :**

- Ibu dan bapakku tercinta, Ibu Rusmini dan Bapak Tarso terima kasih telah memberikan pengorbanan yang begitu besar atas kerja keras, tenaga, doa dan dukungan kalian baik secara moril maupun material atas keberhasilanku ini
- Adik-adikku Pandu Tri Wahyuda dan M.Rafif Ramadhan yang ku banggakan , atas dukungan dan doa kalian
- Keluarga besarku pakde, bude, om dan tante yang tidak bisa kusebut satu-persatu yang selalu memberikan doa dan dukungan
- Teman teman seperjuangan kuliahku Upik, Sera, Yayak
- Teman-teman angkatan sipil 18
- Almamaterku dari SD IT Ulil Albab, MTs N 1 Palembang dan SMK N 2 Palembang dan Universitas Muhammadiyah Palembang.

INTISARI

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi utama yang digunakan untuk pembangunan konstruksi. Beton dibentuk dari campuran agregat kasar maupun agregat halus dengan tambahan komposisi semen air dan bahan tambah lainnya dengan perbandingan tertentu.

Dalam penelitian ini yang digunakan pada bahan tambah campuran beton adalah serbuk kayu dan bahan tambah kimia *AM 78 Concrete Additive*. Pada serbuk kayu memiliki manfaat untuk mengikat material dengan baik dan *AM 78 Concrete Additive* sebagai bahan kimia *admixture* yang dapat meningkatkan workability pada proses adukan beton dan dapat mempercepat pengikatan beton serta dapat mengurangi pemakaian air 15% hingga 20% tanpa mempersulit pengerjaan. Persentase bahan tambahan pada serbuk kayu yaitu dari berat agregat halus, sedangkan pada *AM 78 Concrete Additive* dari berat semen.

Hasil penelitian pengujian beton dengan variasi *AM 78* 1% nilai kuat tekan beton sebesar 26,78 Mpa pada umur 28 hari, dari nilai kuat tekan rencana 25 Mpa, sedangkan variasi *AM 78* 1% + LSK 2% nilai kuat tekan beton sebesar 26,36 Mpa, variasi *AM 78* 1% + LSK 3% nilai kuat tekan beton sebesar 25,04 Mpa, dan variasi *AM 78* 1% + LSK 4% nilai kuat tekan beton sebesar 24,45 Mpa pada umur 28 hari dari nilai kuat tekan beton yang di rencanakan sebesar 25 Mpa.

Kata kunci : Beton, serbuk kayu, *AM 78 Concrete Additive*, kuat tekan

ABSTRAK

Concrete is one of the main construction materials used for construction. Concrete is formed from a mixture of coarse aggregate and fine aggregate with the addition of a water-cement composition and other filling materials in a certain ratio.

In this study, the additives used in the concrete mixture were sawdust and chemical additives AM 78 Concrete Additive. The sawdust has the benefit of binding the material well and AM 78 Concrete Additive as an admixture chemical that can increase workability in the concrete mix process and can accelerate the binding of concrete and can reduce water use 15% to 20% without complicating the work. The percentage of additives in sawdust is from the weight of fine aggregate, while in AM 78 Concrete Additive it is from the weight of cement.

The results of testing concrete with AM 78 1% variation, the value of the compressive strength of concrete is 26.78 Mpa at the age of 28 days, from the design compressive strength value of 25 Mpa, while the variation of AM 78 1% + LSK 2% the value of the compressive strength of concrete is 26.36 Mpa, AM 78 1% + LSK 3% variation of concrete compressive strength of 25.04 Mpa, and variation of AM 78 1% + LSK 4% concrete compressive strength value of 24.45 Mpa at 28 days and design compressive strength value of 25 MPa.

Keywords : *Concrete, sawdust, AM 78 Concrete Additive, compressive strength*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikumWr.Wb

Puji dan syukur penulis kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan dengan baik Tugas Akhirini, dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK KAYU DAN AM 78 CONCRETE ADDITIVE TERHADAP KUAT TEKAN BETON”** Serta tidak lupa shalawat dan salam kita haturkan kepada Rasulullah SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi kita semua.

Adapun tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Strata 1 pada Fakultas Teknik Program Studi Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang. Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan yang sangat berharga, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai dengan waktu yang ditentukan. Pada kesempatan ini tak lupa penulis mengucapkan terimakasih yang teramat dalam kepada semua pihak yang telah membantu membimbing, dan memberikan motivasi dalam penulisan Tugas Akhir ini terutama kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, ridho dan karunia yang diberikan
2. Ibu Ir.Hj. Nurnilam Oemiati,M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
3. Ibu Mira Setiawati, S.T ,M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.

Dan tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, SE., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Dr. Ir. Kiagus Ahmad Roni, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
3. Ibu Ir. Revisdah, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

4. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh studi.
5. Ibu Yuni dan Ibu Tiara yang banyak membantu administrasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Karyawan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah banyak membantu penulis selama bergabung bersama akademika Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Kedua orang tua yang telah banyak membantu dan selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Karyawan dan Staf di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang
9. Teman seperjuangan kuliah ku Upik, Sera , Yayak , Reni
10. Teman Lab saya Miza, Maya dan Rully . Terimakasih atas kerjasamanya.
11. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Semoga amal kalian di balas oleh Allah SWT. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, Penulis menyadari akan kemungkinan adanya kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu apabila ada kritik dan saran yang bersifat membangun dan berguna untuk penyelesaian dan kesempurnaan skripsi ini, penulis akan menerimanya. Dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Palembang, April 2022

Rizki Aprilia Tami

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan suatu benda padat yang terbuat dari campuran agregat kasar, agregat halus dan bahan tambah (*admixture atau additive*) serta campuran pasta yang terbuat dari semen dan air dengan perbandingan tertentu. Kekuatan konstruksi beton sangat berpengaruh terhadap kualitas semen, jenis material yang digunakan, ikatan antar material, pemadatan dan perawatannya. Menurut Mulyono (2006), bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah.

Belakangan ini, perkembangan teknologi beton menuntut penampilan beton menjadi lebih baik, baik dari segi penggunaan campuran beton maupun penambahan bahan *additive* pada campuran beton sehingga kekuatan beton menjadi lebih kuat. Hal inilah yang menyebabkan timbulnya pemikiran mencari alternative bahan tambah terhadap beton diantaranya dengan menambahkan limbah serbuk kayu dan bahan additive yakni *AM 78 Concrete*.

Limbah serbuk kayu yang digunakan adalah 2%,3% dan 4% dari berat agregat halus yang lolos ayakan No.50 dan ayakan No.100 yang sebelumnya telah dikeringkan. Penggunaan limbah serbuk kayu dalam campuran beton memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang apabila digunakan sebagai bahan campuran beton dapat mengikat material dengan baik. Menurut (Susanto, 1998), serbuk kayu merupakan salah satu material dengan kadar

selulosa tinggi yaitu 72%. Selain selulosa serbuk kayu juga mengandung kadar hemiselulosa, secara umum biomassa juga mengandung lignin dalam jumlah sekitar 15-30% berat kering bahan. Serbuk kayu diharapkan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya (zat yang tidak dapat larut dalam air). Sifat hidrofob kayu dapat menghasilkan beton yang kuat, tidak tembus air, dan dapat sebagai bahan konstruksi. (Gargulak, 2001 dalam Edison dkk., 2013).

AM 78 Concrete Additive berfungsi sebagai *water reducer* menurunkan pemakaian air dari 15 % hingga 20% tanpa mempersulit pengerjaan pengecoran. Keunggulan produk ini terbukti sesuai dengan fungsinya di mana produk *AM* lebih efisien dengan jumlah pemakaian yang lebih sedikit, sehingga dapat menghemat biaya pada proses pengecoran serta dapat meningkatkan kuat tekan beton. Menurut brosur dari PT. Adiwasesa Mandiri, penggunaan dosis *AM 78* dalam campuran beton berkisar diantara 0,3% – 1,2% dari berat semen.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Fani,R.S (2020) tentang beton dengan penambahan limbah serbuk kayu dengan variasi 0% , 5%, 7% dan 10%. dan *AM 78 concrete additive* dengan variasi 0,8%. Pada penelitian tersebut kenaikan kuat tekan beton mengalami kenaikan kuat tekan beton pada variasi 5% dan 7% pada umur 28 hari. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Sudika,I.M., Astariasi,N.K., & Kanca,I.S. (2017) menjelaskan tentang pengaruh penambahan *AM 78* terhadap kuat tekan beton pada beton rencana $f_c'20$ MPa dengan variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,2% dan 1,5% yang menghasilkan kenaikan kuat tekan beton di setiap variasinya dengan rencana yang

ditentukan yaitu f_c' 20 MPa. Selanjutnya penelitian oleh Muhammad & Pertiwi, D. (2021) melakukan penelitian menggunakan serbuk kayu dengan variasi 0,5% dan 1% beton berumur 14 hari dan 28 hari yang menghasilkan penurunan kuat tekan dari yang direncanakan yaitu sebesar 25 Mpa. Serta penelitian Saifuddin, M.I., Edison, B., & Fahmi, K. (2013) dengan pengujian yang dilakukan terjadi peningkatan kuat tekan beton setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus.

Dari uraian diatas maka penulis tertarik melakukan penelitian dengan perbedaan persentase pada setiap variasinya dan mutu rencana beton. Serta melakukan Perbandingan antara beton normal, dan beton dengan bahan tambah limbah serbuk kayu dan bahan kimia *AM 78*.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan beton menggunakan limbah serbuk kayu sebagai bahan tambah agregat halus dan *AM 78 Concrete additive*.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk kayu dan bahan tambah *AM 78 Concrete Additive* untuk campuran pembuatan beton terhadap kuat tekan beton.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Mampukah Limbah Serbuk Kayu dengan bahan tambah *AM 78 Concrete Additive* meningkatkan kuat tekan beton?
2. Bagaimana hasil kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton yang menggunakan Limbah Serbuk Kayu dengan bahan tambah *AM 78 Concrete Additive* ?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan batasan masalah yang bertujuan untuk membatasi pembahasan agar tidak meluas dan batasannya menjadi jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Benda uji dibuat menggunakan cetakan bentuk silinder
2. Kuat tekan beton (K) direncanakan berdasarkan *mix design* dengan mutu beton f_c' 25 MPa.
3. Serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah serbuk kayu bekas gergajian sebagai bahan tambah agregat halus dengan variasi 0%, 2%, 3%, 4% serta persentase *AM 78 concrete additive* sebesar 1% sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
4. Pengujian pada benda uji dilakukan pada umur 28 hari.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar dari sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari lima bab yang meliputi :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bagian ini, terdiri dari uraian latar belakang, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika penulisan dan bagan alir penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan tentang tinjauan pustaka yang telah dilakukan terlebih dahulu, landasan teori menguraikan teori-teori untuk memecahkan suatu permasalahan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini berisikan tentang rencana mengenai data-data penelitian, rancangan dan prosedur penelitian serta pelaksanaan penelitian dilapangan dan menjelaskan alat dan cara penelitian/bagan alir penelitian.

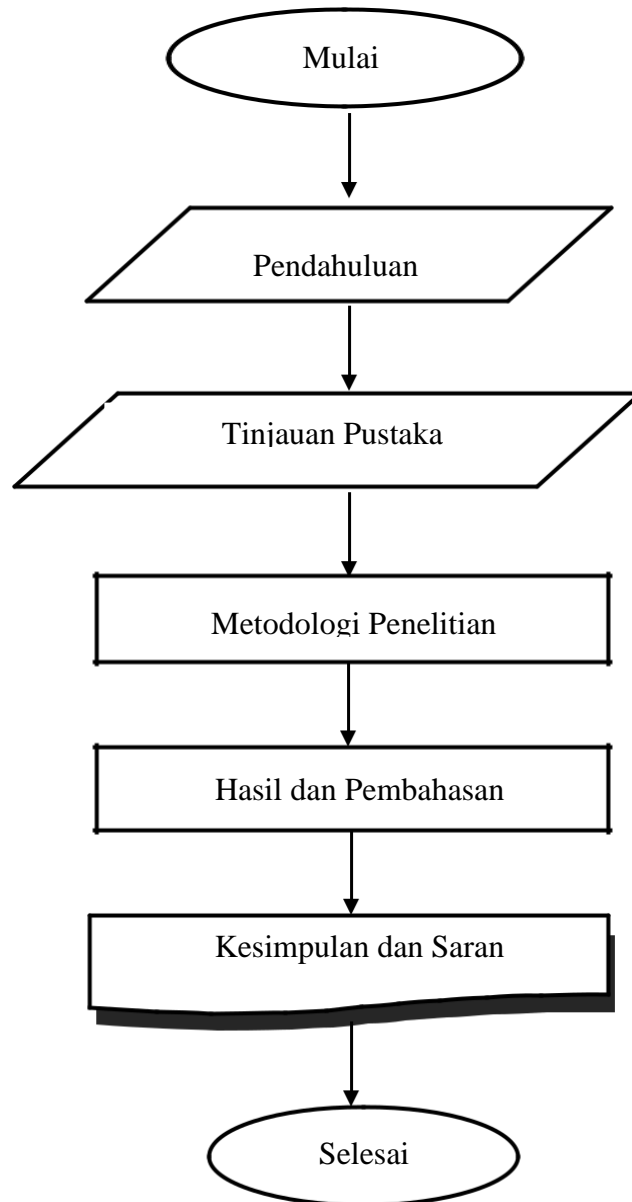
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang data-data yang berhubungan dengan data jumlah variasi limbah serbuk kayu dan bahan kimia yang digunakan, dan beberapa sampel yang digunakan dan data pengaruh penambahan limbah serbuk kayu dan *AM 78 concrete additive* terhadap mutu kuat tekan beton.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan yang didapat dari penulis dari hasil penelitian, dan saran berupa masukan bagi penelitian lebih lanjut.

1.6 Bagan Alir Penulisan



Gambar 1.1 Bagan Alir Penulisan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Beton

Beton menurut SNI 2847: 2013 adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c') yakni pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau digunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

DPU – LPMB mengungkapkan definisi tentang beton sebagai campuran di antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat. Beton mampu terpengaruh oleh bahan dasarnya yaitu Semen, Agregat Kasar, Agregat Halus dan Air. Dua dekade terakhir ini telah dikembangkan jenis bahan tambah (*admixtures* dan *additives*) untuk meningkatkan kinerja beton dan membuat beton semakin lebih mudah dikerjakan, lebih cepat serta lebih tinggi mutunya.

Menurut Tjokrodinuljo (1996), terdapat beberapa macam-macam beton yaitu :

a. Beton normal

Beton normal merupakan beton yang cukup berat, Berat Volume yakni 2400 kg/m³ dengan nilai kuat tekan 15-40 MPa.

b. Beton ringan

Beton ringan merupakan beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m^3 . Yang nilai kuat tekannya lebih kecil dari beton biasa dan kurang baik dalam menghantarkan panas.

c. Beton massa

Beton massa merupakan beton yang dituang besar dalam volume besar yaitu dengan perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar. Biasanya dianggap beton massa jika dimensinya lebih dari 60 cm.

d. Ferosemen

Merupakan suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan memberikan kepada mortar semen suatu tulangan yang berupa anyaman. Ferosemen diartikan sebagai beton bertulang.

e. Beton Serat

Beton serat adalah beton komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat.

f. Beton non pasir

Merupakan suatu bentuk sederhana dan merupakan jenis beton ringan yang diperoleh menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatannya. Rongga dalam beton memiliki 20-25 %.

g. Beton Siklop

Beton ini merupakan beton yang sama dengan beton biasa. Bedanya digunakan agregat dengan ukuran yang besar. Ukurannya mencapai 20 cm. Namun, proporsi agregat yang lebih besar tidak boleh lebih dari 20 %.

h. Beton hampa

Beton ini pembuatannya seperti beton biasa, namun setelah tercetak padat kemudian air sisa reaksi disedot dengan cara yang khusus, cara ini disebut cara *vakum (vacuum method)*.

i. Mortar

Mortar disebut dengan mortel atau spesi, yaitu adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, kapur dan PC.

2.1.2 Sifat-sifat Beton

Sifat sifat beton yang di uraikan tidak selalu harus sama semua yang dimiliki oleh setiap konstruksi beton, dan sifat-sifat tersebut juga relative dilihat dari sudut pemakaian beton itu sendiri. Yang terpenting beton harus mempunyai sifat-sifat yang sesuai dengan tujuan pemakaian beton.

Dalam pengerjaan beton ada sifat-sifat umumnya yaitu sebagai berikut :

A. Kemudahan pengerjaan (*Workability*)

Workability beton dapat diartikan sebagai cara mudah beton dapat dipindahkan dari *mixer* hingga struktur yang akan dibebankan pada campuran beton. *Workability* merepresentasikan sebagai kemampuan beton untuk dicampur, dipindahkan dan sebagainya tanpa kehilangan sifat homogenitasnya (proses menyatunya campuran semua material yang menyusun beton tersebut) secara minimum. Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari slump, identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin sifat plastis beton, beton semakin mudah pengerjaannya. Newton dalam Murdock (1999) menuliskan bahwa ada tiga sifat yang terpisah dalam mendefinisikan sifat ini yaitu :

1. Kompakabilitas, yaitu kemudahan dipadatkan
2. Mobilitas, kemampuan beton mengalir dalam cetakan
3. Stabilitas, yaitu kemampuan beton sebagai massa yang homogen

Tingkat kompakabilitas campuran tergantung dengan air semennya. Yang artinya semakin kecil faktor air semen, maka adukan beton semakin kental dan kaku sehingga makin sulit untuk dipadatkan. Sebaliknya semakin besar nilai faktor air semen, adukan beton semakin encer dan semakin sulit mengikat agregat sehingga kekuatan beton yang dihasilkan semakin rendah. Workabilitas beton dilapangan pada umumnya dilakukan dengan melakukan *slump test*. Pengetesan ini merupakan petunjuk dari sifat mobilitas dan stabilitas pada beton. Neville (1981) menjelaskan bahwa slump test bermanfaat untuk mengamati variasi keseragaman campuran. Murdock (1986) membuat suatu hubungan antara tingkat workabilitas, nilai slump dan faktor kepadatan adukan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Hubungan tingkat workabilitas, nilai *slump* dan Faktor Kepadatan

Tingkat Workabilitas	Kepadatan Adukan Nilai Slump	Faktor Kepadatan
Sangat Rendah	0 - 25	0,8 – 0,87
Rendah Sampai Sedang	25 - 50	0,87 – 0,93
Rendah Sampai Tinggi	50 – 100	0,93 – 0,95
Tinggi	100–175	> 0,95

Sumber : SNI 03-282-2000

Pengukuran workabilitas pada mortar beton dilakukan dengan pemeriksaan meja getar (flow tabel) sesuai dengan ASTM C124-39. Hasil test ini menunjukkan konsistensi mortar dengan mengukur tingkat penyebaran campuran ketika menerima sentakan pada flow tabel selama 15 kali dalam 15 detik. Nilai fluiditas didefinisikan sebagai peningkatan diameter penyebaran mortar segar (D

dalam cm) dikurangi diameter sebelumnya (10 cm) secara matematis.

B. Sifat Tahan Lama (*Durability*)

Durability adalah sifat beton yang tahan terhadap pengaruh luar selama dalam pemakaian. Sifat *Durability* juga berhubungan dengan kuat tekanbeton . Dimana semakin besar kekuatan beton maka akan semakin awet dan tahan lama betonnya.

C. Sifat Kedap air

Beton memiliki kecenderungan terhadap rongga-rongga yang diakibatkan karena adanya gelembung udara, atau ruangan pada pengerjaan pembuatan beton. Rongga-rongga udara ini dapat menyebabkan masuknya air ke dalam beton.

D. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas beton adalah perbandingan antara kuat tekan beton dengan regangan beton, biasanya berkisar antara 25% - 50% dari kuat tekan beton.

E. Segregasi

Segregasi adalah kecenderungan pemisah antara bahan-bahan pembentuk beton. Segregasi dapat terjadi karena turunnya butiran ke bagian bawah dari beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran, akibat cara penuangan dan pemadatan yang salah. Segregasi tidak bisa diujikan sebelumnya, hanya dapat dilihat setelah semuanya terjadi. (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

Faktor-faktor yang menyebabkan segregasi adalah:

1. Ukuran partikel yang lebih besar dari 25 mm
2. Berat jenis agregat kasar yang berbeda dengan agregat halus

3. Kurangnya jumlah material halus dalam campuran.
4. Bentuk butir yang tidak rata dan tidak bulat
5. Campuran yang terlalu basah atau terlalu kering.

Nevile (1981:223) menyebutkan bahwa terdapat dua bentuk segregasi beton segar yaitu:

1. Partikel yang lebih kasar cenderung memisahkan diri dari partikel yang lebih halus.
2. Terpisahnya air semen dari adukan.

Segregasi berdampak besar terhadap pengaruh sifat beton keras. Jika tingkat segregasi beton sangat tinggi, maka ketidak sempurnaan konstruksi beton juga tinggi. Hal ini menyebabkan keropos, terdapat lapisan yang lemah dan berpori, permukaan nampak bersisik dan tidak merata.

F. Bleeding

Menurut Tri Mulyono (2005), kecenderungan air untuk naik ke permukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan *bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (*laitance*). *Bleeding* ini dipengaruhi oleh:

1. Susunan butir agregat

Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.

2. Banyaknya air

Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya *bleeding*.

3. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*.

4. Proses pemadatan

Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *bleeding*.

G. Penyusutan

Penyusutan merupakan perubahan volume yang tidak berhubungan dengan beban. Proses susut pada beton dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Penyusutan awal, yaitu akibat kehilangan air pada proses penguapan dan perembesan melalui acuan.
2. Penyusutan akibat suhu, yaitu ketika beton mulai dingin. Penyusutan ini masih dapat di atasi dengan perawatan yang baik. Terjadinya penyusutan akan berakibat retak-retak plastis pada beton. Retak yang lebih luas dari 0,15 mm tidak akan menimbulkan masuknya air pada tulangan (dapat diabaikan). Retak-retak sebesar (0,15-0,5 mm) perlu diatasi dengan menutup retakan tersebut (dengan latex dan lain-lain).

H. Keawetan

Keawetan beton merupakan lamanya waktu pada material untuk melanjutkan pemakaiannya seperti yang di rencanakan, walaupun terjadi serangan dari luar maupun fisik, mekanik, dan kimia. Adapun pengaruh luar yang dapat merusak beton adalah pengaruh cuaca (hujan, sinar matahari) silih berganti dan perusak kimiawi, misalnya air limbah/buangan, air laut, lemak gula dan sebagainya. Untuk mengatasi hal tersebut yaitu :

1. Permukaan harus mulus (misalnya exposed concrete).

2. Tidak rongga (porous) dalam artian pemadatan harus baik.
3. Menambah bahan tambahan tertentu untuk keperluan khusus.

2.1.3 Bahan Penyusun Beton

2.1.3.1 Semen *Portland*

Semen merupakan bahan campuran kimiawi yang aktif setelah dicampurkan dengan air dan saling berinteraksi. Terdapat empat senyawa kimia yang membentuk bahan semen terhadap pengikatan dan pengerasan semen yaitu terdiri dari batu kapur, silica, alumina dan besi oksida. Senyawa tersebut bereaksi satu sama lain akan membentuk klinger.

SNI 15-2049-2004 mendefinisikan semen *portland* sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland utama yang terdiri atas kalsium silikat yang sifatnya hidrolis, digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih berbentuk Kristal senyawa kalsium sulfat yang boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat.

Menurut Standar Industri Indonesia SII 0013 – 1977 menyebutkan lima jenis (type) semen Portland yaitu :

- a. Semen Portland jenis I adalah semen *portland* yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan umum. Penggunaannya tidak memerlukan persyaratan yang khusus.
- b. Semen Portland jenis II adalah semen *portland* yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam-garam yang terkandung sulfat di dalam air. Semen ini

digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang berhubungan secara terus menerus dengan air kotor atau air tanah.

- c. Semen Portland jenis III adalah semen *Portland* yang mempunyai sifat mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur tidak lama. Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi dengan beton yang mempunyai suhu rendah terutama di negara-negara iklim dingin.
- d. Semen Portland jenis IV adalah semen *Portland* dengan panas hidrasi rendah, semen jenis ini pengerasan kekuatannya rendah. Semen ini biasa digunakan untuk pembuatan konstruksi beton berdimensi besar, untuk pekerjaan bending (bendungan) dan pekerjaan besar lainnya.
- e. Semen Portland jenis V adalah semen *Portland* yang sifatnya mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap sulfat, yang artinya tahan terhadap larutan garam sulfat di dalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi yang berhubungan dengan air laut, air limbah industry, dan juga untuk bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif.

2.1.3.2 Agregat halus

Agregat halus adalah agregat dengan butiran halus yang memiliki besar butiran antara 2 mm - 5 mm, menurut SNI 02-6820-2002 agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Syarat agregat halus menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

- a. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras.

- b. Butir-butir halus memiliki sifat kekal, yang artinya tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam yakni :
1. Jika dipakai natrium sulfat maksimum 12 %, bagian yang hancur
 2. Jika dipakai natrium sulfat maksimum 10 %, bagian yang hancur
- c. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melebihi 5% pasir harus dicuci.

SK. SNI T-15-1990-03 menjelaskan syarat-syarat untuk agregat halus yang berasal dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti pada Tabel 2.2 .

Tabel 2.2 Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03)

Lubang Ayakan (mm)	No.	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 IN	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,35	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : - Daerah Gradasi I = Pasir kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus

Beberapa jenis pasir yang biasa digunakan untuk campuran beton yaitu sebagai berikut :

1. Pasir beton merupakan pasir yang bagus untuk bangunan dan harganya lumayan mahal, pasir beton biasanya berwarna hitam dan butirannya

cukup halus. Namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan buyar kembali. pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, juga pemasangan batu dan bata.

2. Pasir pasang merupakan pasir yang lebih halus dari pasir beton, cirinya apabila dikepal akan menggumpal, jenis pasir ini harganya lebih mahal dari pasir beton, pasir pasang biasanya dipakai untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga baik untuk plesteran dinding.
3. Pasir sungai merupakan pasir yang diperoleh dari sungai merupakan hasil kikisan batu-batuan yang keras dan tajam. Pasir jenis ini butirannya cukup baik (antara 0.063-5 mm) sehingga merupakan adukan yang baik untuk dipekerjakan pasangan.

2.1.3.3 Agregat kasar

Agregat kasar adalah agregat yang butirannya tertahan di ayakan 4,75 mm. Sifat agregat kasar mempunyai pengaruh terhadap kekuatan akhir beton keras dan daya tahan terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek – efek yang merusak lainnya.

Menurut PBI (1971), Pasal 3.4, adapun syarat- syarat agregat kasar yaitu :

- a. Agregat kasar tidak boleh memiliki pori-pori 20% dari berat agregat keseluruhan. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan yang baik dalam keadaan cuaca panas ataupun dingin
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Jika melebihi maka agregat kasar harus terlebih dahulu dicuci.
- c. Tidak boleh mengandung zat zat yang dapat merusak beton di dalam agregat.

Berdasarkan ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum yaitu 37,5 mm yang dilihat dari Tabel 2.3

Tabel 2.3 Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33,1986)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (1/2 in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100

2.1.3.4 Air

Air yang digunakan harus dengan kondisi bebas dari asam, alkali dan minyak atau yang bisa diminum. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen agar terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikat dan berlangsungnya proses pengerasan beton, dan juga menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan serta dipadatkan. Air hanya diperlukan 25%-30% dari berat semen agar bereaksi dengan semen.

Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar karena garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, apabila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, dan bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004)

Menurut SNI 03-6861.1-2002, terdapat beberapa persyaratan air untuk campuran beton antara lain :

- a. Air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak serta benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual,
- b. Tidak mengandung benda-benda yang tersuspensi lebih dari 2 gram/liter,

- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik, dan lain-lain),
- d. Kandungan klorida (Cl) < 0.50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃,
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%, dan
- f. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas air mengandung klorida lebih dari 0.05 gram/liter.

2.1.4 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan salah satu serat alami (*cellulose fibers*) yang dapat digunakan sebagai zat tambah dalam campuran beton. Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa yang tinggi yaitu sebesar 72%. Selain selulosa, serbuk kayu juga mengandung kadar hemiselulosa, secara umum biomassa juga mengandung lignin dalam jumlah sekitar 15-30% berat kering bahan (Susanto, 1998 dalam Gunawan dkk., 2017).

Serbuk kayu diharapkan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya (zat yang tidak dapat larut dalam air). Sifat hidrofob kayu dapat menghasilkan beton yang kuat, tidak tembus air, dan dapat sebagai bahan konstruksi. (Gargulak, 2001 dalam Edison dkk., 2013).

2.1.5 *AM 78 Concrete Additive*

Bahan tambah kimia biasanya digunakan untuk memperbaiki kinerja adukan beton mutu tinggi yang umumnya bersifat memperbaiki kelecakan. Kelecakan adalah kemudahan pengerjaan yang meliputi pengadukan, pengecoran, pemadatan, dan penyelesaian permukaan (finishing) tanpa terjadi segregasi. *AM 78* adalah bahan tambah kimia yang dapat meningkatkan workability pada proses adukan beton dan dapat mempercepat pengikatan beton. Menurut Pedoman Beton SKBI.1.4.53.1989, *AM 78* termasuk jenis *Admixture* tipe E yaitu *Water Reducing and Accelerating Admixture* yang berfungsi untuk mengurangi pemakaian air dalam campuran beton serta dapat mempercepat proses pengikatan awal pada beton.

Menurut brosur Adiwasesa Mandiri, *AM 78* merupakan inovasi baru dari produk PT tersebut yang dapat digunakan untuk memperbaiki kinerja adukan beton dan penggunaan dosis *AM 78* dalam campuran beton berkisar diantara 0,3% – 1,2% dari berat semen. *AM 78* dapat mengurangi pemakaian air hingga 20% tanpa mempersulit pengerjaan pengecoran dan dapat menjadikan beton lebih cepat mengeras atau mempercepat proses pengikatan awal pada beton. Penambahan *AM 78* pada campuran beton harus sesuai seperti yang disarankan oleh pabrik pembuat bahan tersebut, karena jika dosis yang diberikan terlalu banyak selain tidak ekonomis juga dapat menyebabkan bleeding dan tertundanya proses pengikatan beton sehingga beton justru akan kehilangan kekuatan akhir. *AM 78 Concrete Additive* ini juga mengandung Sodium Ligno Sulfonate. Menurut Marketing lugchemical dalam situsnya

<https://lugchemical.co.id/product/sodium-lignosulfonate/> menyebutkan Sodium lignosulfonate digunakan sebagai plasticizer dalam membuat beton untuk mempertahankan kemampuan aliran beton dengan lebih sedikit air. Sodium lignosulfonate bekerja pada kristalisasi dalam baterai timbal, meningkatkan masa pakai baterai. Sebagai pengikat pada keramik, resin ke papan serat, dan pengecoran pasir.

2.1.6 Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani per satuan luas, serta menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Hidayat R & Zulkarnain F, 2020).

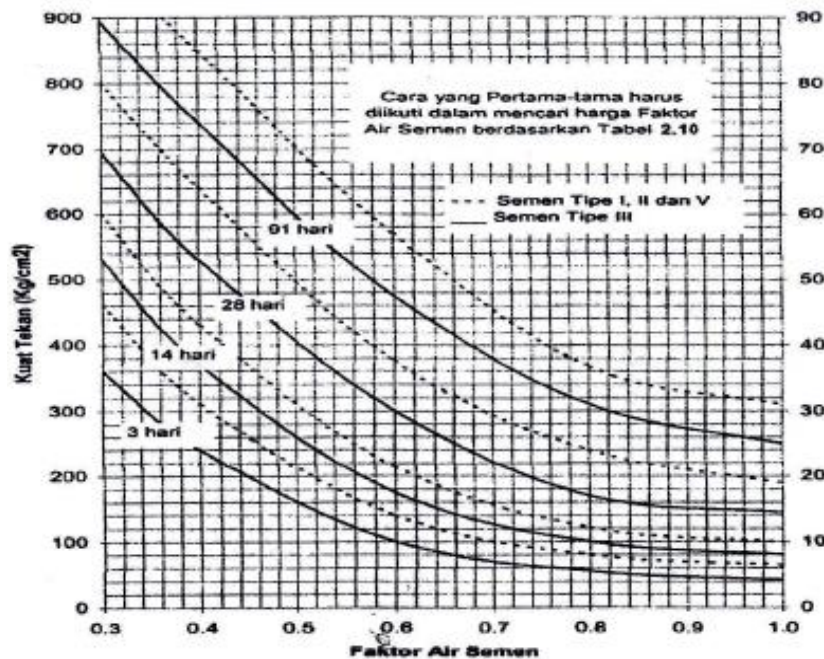
Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton (Kardiyono Tjokrodilmulyo, 1992), yaitu:

2.1.6.1 Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara jumlah air dengan jumlah semen dalam campuran beton yang berfungsi untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan berlangsungnya pengerasan, serta memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Faktor air semen sangat mempengaruhi kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen berarti semakin kental campuran beton yang dihasilkan dan semakin tinggi juga kuat tekan beton yang dihasilkan. Namun demikian, apabila nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kuat tekan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini, Nilai FAS yang rendah

dapat menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan (*unworkability*) yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang mengakibatkan mutu beton menurun, seperti tampak pada gambar 2.1. (Tjokrodimuljo, K. 1992)



Gambar 2.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen

(Sumber: Ir.Tri Mulyono,MT,2004,Teknologi Beton)

Dari gambar grafik di atas tampak bahwa idealnya yaitu semakin besar nilai fas semakin rendah kuat tekan betonnya dan sebaliknya semakin rendah nilai fas kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka di bawah fas tertentu (sekitar 0,3) maka kekutan beton menjadi lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat kesulitan pemadatan.

Hubungan antara faktor air semen (FAS) dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan (Duff Abrams, 1919), yaitu :

$$f_c = \frac{A}{B^{1,5x}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

x = Perbandingan volume antara air dan semen (fas)

A, B = Konstanta

Tabel 2.4 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton Dengan faktor air semen 0,5 dan jenis semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (Hari)				
		3	7	28	91	
Type I, II, dan, V	Batu tak dipecahkan	17	23	38	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Type III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber :Tabel 3, SNI-T-15-1991-03:7

Tabel 2.5 Kebutuhan air permeter kubik (m^3) beton dalam liter

Ukuran maksimum kerikil	Jenis batuan	Slump (cm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
30	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber :Tabel 4, SNI-T-15-1991-03:7

Tabel 2.6 Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum

No	Jenis Konstruksi	Jumlah Semen Minimum/m ³ Beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
1.	Beton dalam ruangan bangunan		
	a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
	b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi	325	0,52
2.	Beton diluar 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
3.	Beton yang masuk kedalam tanah		
	a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
	b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali tanah	375	0,52
4.	Beton yang kontinu yang berhubungan		
	a. Air tawar	275	0,57
	b. Air laut	375	0,52

(Sumber : SK-SNI-T-15-1990-03)

Tabel 2.7 Nilai Deviasi standar

Tingkat Pengendalian Mutu	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Pengawasan	8,4

Sumber : Tjokrodimulyo, K. *Teknologi Beton*

2.1.6.2 Umur Beton

Umur beton merupakan umur dimana dihitung saat beton dicetak. Kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan akan semakin lambat dan menjadi relative sangat kecil setelah berumur 28 hari.

Berikut ini adalah perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur pada tabel 2.6.

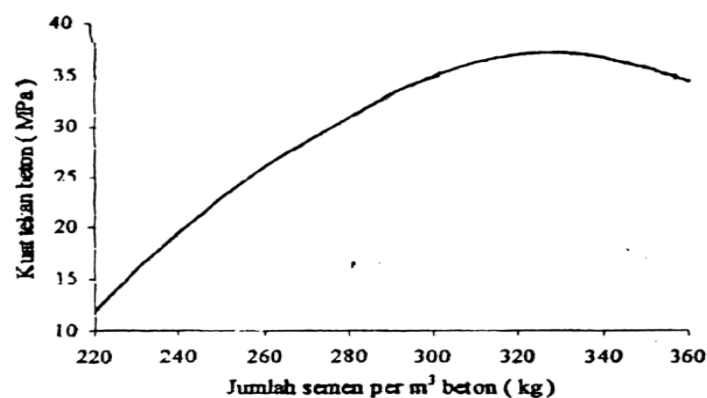
Tabel 2.8 Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur

Umur (hari)	3	7	14	1	8	0	65
PC biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
PC dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

(Sumber : PBI 1971, NI-2, dalam Tjokrodimuljo, 2007)

2.1.6.3 Jumlah Semen

Jumlah kandungan semen dalam beton berpengaruh terhadap kuat tekan. Apabila faktor air semen sama (*slump* berubah), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi sebagaimana tampak pada Gambar 2.2. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Jika nilai *slump* sama, beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi (Tjokrodimuljo, k. 1998) Adapun grafik pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 2.2.



(Sumber : Tjokrodimuljo)

Gambar 2.2 Pengaruh Jumlah Semen Terhadap Kuat Tekan Beton

2.1.6.4 Sifat Agregat

Menurut Tjokrodimuljo. K, (1996) Sifat agregat yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan tekan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Pada agregat permukaan kasar, akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut. Pada agregat yang berukuran besar luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan dengan pasta semen menjadi berkurang.

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Adapun Komposisi agregat tersebut berkisar 60-70% dari berat campuran beton. Fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, peran agregat sangat penting. Karena itu karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan.

A. Sifat Agregat Halus

Sifat pada agregat halus dibedakan menjadi dua macam, yaitu sifat berdasarkan jenis/sumbernya dan gradasi agregatnya. Agregat halus berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi dua, yaitu agregat halus berasal dari alami dan pabrikasi. Contoh agregat halus yang berasal dari daratan yaitu pasir dari tanah galian, pesisir pantai dan sumur-sumur yang mengandung pasir.

1. Agregat Halus Berdasarkan Sumber

a. Agregat Alam

Agregat yang terbentuk dari proses alam (erosi dan degradasi) sehingga minimal dari proses pengolahan.

b. Agregat Pabrikasi

Yaitu hasil pengolahan agregat alam yakni batu gunung atau sungai yang kemudian di pecah lagi agar dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Berdasarkan jenisnya agregat yang baik untuk beton adalah agregat alam berupa pasir sungai. Pasir sungai ini dikatakan baik untuk beton dan dapat memberikan kekuatan tekan beton, karena dari sumbernya, agregat halus ini berada di sungai yang butirannya sudah bersih dari kotoran karena pengaruh aliran sungai.

2. Gradasi Agregat Halus

Gradasi agregat halus adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Gradasi yang baik dan teratur (continuous) dan agregat halus akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi di bandingkan dengan agregat yang bergradasi seragam. Gradasi yang baik adalah yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan yang lebih besar dari 45% yang tertahan pada ayakan berikutnya. Berdasarkan gradasinya pasir di bagi menjadi empat, yaitu pasir kasar, pasir agak kasar, pasir agak halus dan pasir halus. Gradasi dan keseragaman agregat halus lebih menentukan kelecakan atau workability dari pada gradasi dan keseragaman agregat kasar, karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar mengisi ruang saja. Pasir merupakan agregat halus yang ukurannya 0,15 mm dan 5 mm.

B. Sifat Agregat Kasar

Perbedaan antara agregat kasar dan halus adalah pada ukuran 4,80 mm. Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 4,80 mm, sedangkan

agregat kasar adalah agregat yang lebih besar dari 4,80 mm. Agregat kasar berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi dua golongan, yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan. Contoh agregat yang berasal dari alam adalah kerikil/koral sungai, sedangkan contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari stone crusher, pecahan genteng, split. Ukuran agregat yang berbeda-beda memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton.

Berdasarkan sumbernya agregat kasar terbagi menjadi dua yaitu:

1. Agregat kasar berdasarkan sumbernya.

- a. Agregat alam

Agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dari batuan induknya. Agregat jenis ini secara alamiah berasal dari pelapukan dari batuan besar, baik dari beku, sedimen maupun metamorf. Bentuknya bulat tetapi biasanya banyak tercampur dengan kotoran dan tanah liat. Oleh karena itu jika digunakan untuk beton, agregat ini harus dicuci terlebih dahulu. Agregat alam terdiri dari dua jenis yaitu:

- 1) Kerikil.

Kerikil adalah agregat yang berasal dari penghancuran oleh alam dari batuan induknya. Biasanya ditemukan di sungai atau daratan, serta mempunyai ukuran butiran 4,8-40mm.

- 2) Agregat batu pecah.

Batu pecah atau sering disebut kricak, yaitu agregat yang terbuat dari batu alam yang dipecah untuk mendapatkan ukuran butiran tertentu.

Menurut ukurannya, agregat batu pecah atau kricak dapat dibedakan menjadi lima yaitu:

- a) Ukuran butiran : 5-10 mm disebut kricak halus.
- b) Ukuran butiran : 10-20mm disebut kricak sedang.
- c) Ukuran butiran : 20-40 mm disebut kricak kasar.
- d) Ukuran butiran : 40-70 mm disebut kricak kasar sekali.
- e) Ukuran butiran : < 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop.

b. Agregat buatan

Tjokrodimuljo, K, (2007) menjelaskan agregat buatan Merupakan agregat yang dibuat dengan tujuan penggunaan khusus karena kekurangan agregat alam. Contoh dari agregat buatan adalah agregat yang berasal dari tanah liat yang dibakar (leca-light weight expanded clay agregat), hydite berasal dari tanah liat yang dibakar pada tungku vertikal, dan lelite yang terbuat dari batuan metamorf atau shale yang mengandung karbon kemudian dipecah dan dibakar dengan tungku vertikal dengan suhu tertentu.

2. Agregat kasar berdasarkan bentuknya

a. Agregat bulat

Umunya agregat ini berbentuk bulat atau bulat telur. Permukaannya agak licin, pengaruh gesekan selama transportasi terbawa oleh arus air. Agregat ini terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air, rongga udaranya minimum 33% sehingga rasio luas permukaannya kecil. Agregat

ini kurang cocok untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antar agregat kurang kuat.

b. Agregat bulat sebagian

Agregat ini memiliki rongga udara lebih tinggi, sekitar 35-38% sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini belum cukup baik untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antar agregat belum cukup baik.

c. Agregat bersudut

Bentuk agregat jenis ini tidak beraturan, mempunyai sudut sudut yang tajam dan permukaannya kasar. yang termasuk jenis ini adalah semua jenis batu hasil pemecahan dengan mesin. Agregat bersudut mempunyai rongga udara berkisar antara 3-40%. Beton yang dihasilkan dari agregat ini cocok untuk beton mutu tinggi karena ikatan antar agregat kuat.

d. Agregat panjang

Agregat ini panjangnya lebih besar daripada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar daripada tebalnya. Agregat disebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari $\frac{9}{5}$ dari ukuran rata-rata. Agregat jenis ini akan berpengaruh buruk pada mutu beton yang akan dibuat.

e. Agregat pipih

Disebut pipih bila tebalnya jauh lebih kecil dari dimensi lainnya. Biasanya disebut agregat pipih jika ukuran terkecil kurang dari $\frac{3}{5}$ ukuran rata-ratanya.

f. Agregat pipih dan panjang

Agregat jenis ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar dari pada lebarnya, sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

2.1.6.5 Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton selama pencampuran berlangsung yang berupa bubuk atau cairan. Pemberian bahan tambah ini bertujuan untuk mempercepat pengerasan, memperlambat waktu pengikatan, menambah cair adukan, mengurangi sifat getas, mengurangi keretakan pada pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah keawetan serta menambah kekedapan.

A. Bahan Tambah Kimia (*chemical admixture*)

Chemical admixture adalah bahan tambahan yang dihasilkan melalui proses kimia yang berfungsi untuk mengubah sifat fisik dan kimia beton. *Chemical admixture* biasanya berbentuk cairan.

Menurut ASTM C.125-1995, bahan kimia terbagi menjadi :

1. Jenis A “ *Water Reducing Admixtures* ”, bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dan konsistensi tertentu.
2. Jenis B “ *Retarding Admixtures* ”, bahan tambah yang berfungsi untuk memperlambat waktu pengikatan. Banyak dipakai pada saat pembangunan konstruksi pada musim panas.
3. Jenis C “ *Accelerating Admixtures* ”, bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan. Bahan digunakan untuk mengurangi waktu pengeringan dan mempercepat pencapaian kekuatan beton.

4. Jenis D “*Water Reducing and Retarding Admixtures*”, bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi air dan memperlambat pengikatan. Bahan ini digunakan untuk meningkatkan kekuatan awal beton.
5. Jenis E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”, bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi air dan mempercepat pengikatan. Bahan ini juga digunakan untuk menambah kekuatan beton dan mengurangi kandungan semen yang sebanding dengan pengurangan kandungan air.
6. Jenis F “*Water Reducing and High Range Admixtures*”, berfungsi untuk mengurangi air dan meningkatkan kelecakan. Kadar pengurangan air dalam bahan ini lebih tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pengerjaan juga lebih tinggi.
7. Jenis G “*Water reducing, High Range and Retarding Admixtures*”, berfungsi untuk mengurangi air, meningkatkan kelecakan dan memperlambat pengikatan. Biasa digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena sedikitnya sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

B. Bahan Tambah Mineral (*additive*)

Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kineja pada beton. Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *slag*, *silica fume*, *fly ash* dan *pozzolan*. *Fly Ash*

1. *Fly Ash* (Abu Terbang) merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara pembangkit listrik. Abu terbang mempunyai titik lebur sekitar 1300°C dan

mempunyai kerapatan massa (densitas) antara 2.0 – 2.5 g/cm³. Komponen abu terbang bervariasi, tetapi semua abu terbang termasuk sejumlah besar *silikon dioksida* (SiO₂) dan kalsium oksida (CaO).

2. *Silica fume* merupakan material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon. Menurut standar ASTM silica fume adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara microsilika dengan silika fume).
3. *Slag* merupakan residu pembakaran tanur yang tinggi. Definisi Slag menurut ASTM C.989 adalah produk non metal yang merupakan material berbentuk halus, granular hasil pembakaran yang kemudian didinginkan.
4. Bahan *Pozzolan* merupakan bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina. Apabila dicampur air, maka pozzolan tersebut akan membentuk kalsium hidroksida.

C. Bahan Tambah Serat

Beton serat adalah beton yang pembuatannya ditambah dengan campuran serat. Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat yaitu sebagai berikut :

1. Serat alami Serat alami adalah serat yang berasal dari alam, baik itu serat dari hewan maupun dari tumbuhan. Serat alam yang sering digunakan pada campuran beton antara lain adalah serat tebu, serat ijuk, serat serabut kelapa, serat kayu.

2. Serat baja Serat baja biasanya digunakan sebagai pengganti agregat kasar. Serat buatan, umumnya terbuat dari senyawa-senyawa polimer yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap pengaruh cuaca, contohnya *polypropylene*, *polyetilene* dan lain-lain.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengujian Beton Segar (*Slump*)

Menurut SNI 03-1972-1990 *Slump* merupakan besaran kekentalan (*viscosity*)/plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengambilan nilai slump dilakukan pada masing-masing campuran baik beton standar maupun beton yang menggunakan bahan campuran. Nilai *slump* digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*). Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.

Ada tiga macam tipe slump yang terjadi didalam praktek, yaitu :

- a. Slump sebenarnya, terjadi apabila penurunan seragam tanpa ada yang runtuh
- b. Slump geser, terjadi bila separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring
- c. Slump runtuh, terjadi apabila benda kerucut selump runtuh semuanya.

Penetapan nilai slump untuk berbagai pengerjaan beton dapat dilihat pada tabel 2.9 (Tjokrodinuljo, 2007).

Tabel 2.9 Penetapan Nilai *Slump* Adukan Beton

Pemakaian Beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Nilai <i>Slump</i> (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur bawah tanah	9	2,5
Plat, Balok, Kolom, Dinding	15	7,5
Perkerasan Jalan	7,5	5
Pembetonan massal (beton massa)	7,5	2,5

(Sumber : Trokrodimuljo, 2007)

2.2.2 Perawatan Beton

Perawatan beton merupakan suatu usaha untuk mencegah kehilangan air pada beton segar. Perawatan beton sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton keras seperti keawetan, kekuatan, sifat rapat air, ketahanan abrasi, stabilitas volume dan ketahanan terhadap pembekuan. Supaya perawatan berlangsung dengan baik, perlu diperhatikan dua hal berikut:

- a. Mencegah kehilangan kelembaban (air) dalam adukan beton.
- b. Memelihara temperatur untuk suatu jangka waktu tertentu.

2.2.3 Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan kemampuan beton untuk menerima gaya tekan terhadap persatuan luas. Kuat tekan beton menurut Departemen Pekerjaan Umum, 1990 / SNI 03-1974-1990 merupakan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur apabila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan dari alat uji kuat tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu daripada struktur bangunan. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi mutu beton yang dihasilkan.

2.2.3.1 Rumus Kuat Tekan Beton

$$\sigma_{bi} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

σ_{bi} = kuat tekan beton masing-masing benda uji (kg/cm²)

P = beban maksimum pada objek benda uji (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

2.2.3.2 Rumus Kuat Tekan Beton Rata – Rata

$$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

σ_{bm} = Kuat tekan rata – rata (kg/cm²)

σ_{bi} = Kuat tekan beton (kg/cm²)

N = Jumlah benda uji.

2.2.3.3 Rumus Deviasi Standard

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma_{bi} - \sigma_{bm})^2}{N-1}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

S = Deviasi standar (kg/cm²)

σ_{bm} = Kuat tekan rata – rata (kg/cm²)

σ_{bi} = Kuat tekan beton (kg/cm²)

N = Jumlah benda uji.

2.2.3.4 Rumus Kuat Tekan Beton Karakteristik

$$\sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1,64 \cdot S \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

S = Deviasi standar (kg/cm²)

σ_{bm} = Kuat tekan rata – rata (kg/cm²)

σ_{bi} = Kuat tekan beton (kg/cm²)

1.64 = Konstanta

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Palembang. Berlokasi di Jalan Talang Banten, Kampus B Universitas Muhammadiyah Palembang dengan waktu penelitian dilakukan kurang lebih 2 bulan, yaitu setelah melaksanakan seminar proposal.

3.2 Alat - Alat yang digunakan

1. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menentukan berat bahan semen, agregat halus dan agregat kasar) pada saat pengujian material.



Gambar 3.1 Timbangan Digital

2. Satu Set Saringan ASTM

Satu set ayakan atau saringan ASTM digunakan untuk menentukan gradasi atau ukuran agregat halus dan agregat kasar. Ukuran yang digunakan dalam

ayakan atau saringan dalam penelitian ini adalah No. 3", 2", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", 4,8,16,30,50,100 dan PAN.



Gambar 3.2 Satu Set Saringan ASTM

3. Mesin Penggetar Saringan ASTM

Mesin penggetar ini digunakan untuk menggetarkan agregat halus dan agregat kasar didalam saringan ASTM. Alat ini juga memudahkan pekerjaan dibandingkan penggetaran secara manual.



Gambar 3.3 Mesin Penggetar ASTM

4. Labu Ukur / Piknometer

Piknometer digunakan untuk takaran agregat halus pada saat pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.



Gambar 3.4 Labu Ukur

5. Oven

Alat ini digunakan untuk mengeringkan agregat kasar dan agregat halus pada pengujian material, agar diperoleh agregat yang tidak mengandung air.



Gambar 3.5 Oven

6. *Specific gravity*

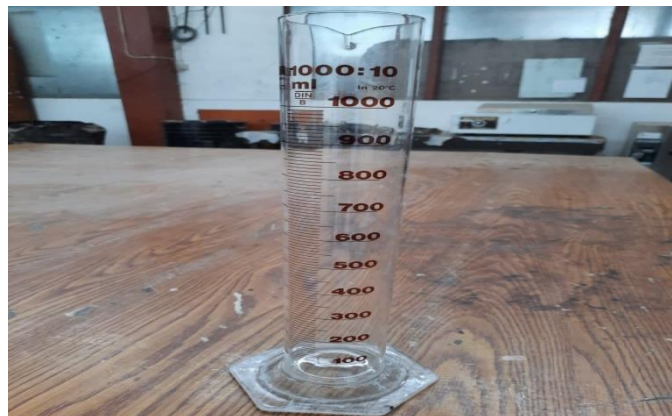
Alat ini digunakan untuk mengetahui berat jenis dari agregat kasar dan kemampuannya dalam menyerap air. Alat ini terdiri dari keranjang kawat sebagai wadah material dan bak perendam.



Gambar 3.6 *Specific gravity*

7. Tabung Ukur

Alat ini digunakan untuk mengukur takaran air yang diperlukan, takaran Agregat halus pada saat pengujian material. Tabung Ukur digunakan pada saat pengujian kadar lumpur agregat halus



Gambar 3.7 Gelas Ukur

8. Baskom, Pan , Cawan dan Ember

Alat ini digunakan sebagai wadah/tempat agregat kasar dan agregat halus pada saat penimbangan berat material.



Gambar 3.8 Ember / Wadah



Gambar 3.9 Baskom

9. Mesin Los Angeles

Alat ini digunakan untuk pengujian Keausan Agregat Kasar.



Gambar 3.10 Mesin *Los Angeles*

10. Kerucut terpancung kuningan

Alat ini digunakan untuk pengujian Berat Jenis Agregat halus.



Gambar 3.11 Kerucut terpancung dan penumbuk

11. Alat Uji Slump dan Tongkat Penumbuk

Alat ini digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton yaitu kecairan dan kepadatan adukan. Dan tongkat penumbuk digunakan untuk memadatkan benda uji.



Gambar 3.12 Alat Uji Slump

12. Cetakan silinder

Alat ini digunakan untuk mencetak beton . Silinder yang digunakan menggunakan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 30 cm digunakan



Gambar 3.13 Cetakan Silinder

13. Alat Pengaduk/ Molen

Alat ini digunakan untuk membuat adukan beton agar lebih mudah diaduk.



Gambar 3.14 Alat Pengaduk/ Molen

14. Bak perendam

Alat ini digunakan untuk merendam benda uji.



Gambar 3.15 Bak perendam

15. Mesin Uji Kuat Tekan

Alat ini digunakan untuk menguji beton yang akan di uji kuat tekan beton.



Gambar 3.16 Mesin Uji Kuat Tekan

3.3 Bahan yang digunakan

1. Agregat kasar

Agregat kasar adalah berupa batuan pecah yang digunakan sebagai bahan pengisi dalam campuran beton berasal dari kota Palembang. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 122650 gram atau 122,65 kg untuk 15 sampel beton silinder yang didapat dari *Job mix formula/ mix design*.



Gambar 3.17 Batu pecah

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tanjung raja, Sumatera Selatan. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 43100 gram atau 43,10 kg untuk 15 sampel beton silinder yang didapat dari *Job mix formula/ mix design*.



Gambar 3.18 Pasir Tanjung Raja

3. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe 1 yang berasal dari semen Baturaja. Semen yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 34400 gram atau 34,40 kg untuk 15 sampel beton silinder yang didapat dari *Job mix formula/ mix design*.



Gambar 3.19 Semen Baturaja Tipe 1

4. Air

Pada pembuatan benda uji air yang digunakan berasal air PDAM Laboratorium Teknologi Bahan Kontruksi, Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Palembang. Adapun air yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 15,12 liter air untuk 15 sampel beton silinder.

5. Bahan tambah Limbah Serbuk Kayu

Limbah serbuk kayu berasal dari limbah bekas gergajian kayu dengan persentase 2%, 3%, 4% terhadap berat agregat halus yang digunakan. Limbah serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 775 gram.



Gambar 3.20 Limbah Serbuk Kayu

6. Bahan tambah kimia *AM 78 Additive Concrete*

Bahan tambah yang dipakai dalam penelitian ini adalah *AM 78 Additive Concrete*. Persentase *AM 78* yang digunakan yaitu 1% dari berat semen. Dalam penelitian ini dibutuhkan sebanyak 275 gram *AM 78*.



Gambar 3.21 AM 78

3.4 Prosedur pengerjaan serbuk kayu dalam campuran beton

Serbuk kayu yang dipakai merupakan limbah serbuk kayu bekas gergajian, serbuk kayu berasal dari pengrajin kayu di daerah sako Palembang. Adapun langkah-langkah pengerjaannya adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan serbuk kayu dari hasil gergaji sebanyak yang dibutuhkan.
2. Selanjutnya serbuk kayu dikeringkan dalam oven atau dijemur agar kadar air berkurang.
3. Lalu sampel serbuk kayu yang telah mengering diayak dengan ayakan No.50 dan ayakan No.100

3.5 Pengujian Material

Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui karakteristik atau sifat- sifat dasar material yang akan digunakan dan dapat memudahkan dalam menentukan proporsi campuran beton.

3.5.1 Pengujian Agregat Halus

3.5.1.1 Analisa saringan agregat halus

1. Tujuan

Pengujian analisa agregat halus dilakukan untuk mengetahui presentase agregat halus, serta menentukan pembagian (gradasi) agregat halus dan menentukan besar butir maksimum agregat halus.

2. Peralatan yang digunakan :

- a. Saringan No. 4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 dan PAN
- b. Timbangan
- c. Wadah
- d. Oven
- e. Mesin penggetar saringan
- f. Kuas, sikat kuning, sendok dan alat – alat lainnya yang dibutuhkan.

3. Prosedur pelaksanaan

- a. Persiapkan benda uji yaitu pasir dalam keadaan bersih dari kadar lumpur sebanyak 1000 gram. Kemudian, persiapkan saringan ASTM berdasarkan nomor saringan dan susun saringan dari nomor terkecil di bawah sampai nomor terbesar serta PAN diletakkan di paling bawah saringan lain.
- b. Letakkan saringan ASTM pada mesin penggetar dan masukkan benda uji ke dalam saringan tersebut, kemudian getarkan mesin selama 15 menit

- c. Setelah itu timbang berat agregat yang tertahan di atas masing-masing saringan dan catat. Selanjutnya pengolahan data di uraikan dalam bentuk tabel di bawah ini.

4. Perhitungan

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} =$$

$$\frac{220,4}{100} = 2,204 \%$$

3.5.1.2 Pengujian berat jenis SSD dan penyerapan air agregat halus

1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis serta kemampuan agregat halus dalam menyerap air. Berat jenis dan penyerapan yang dicari yaitu :

- a. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis kering permukaan (*Saturated Surface Dry, SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- c. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) yaitu perbandingan agregat kering oven dan air suling juga isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- d. Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori-pori terhadap berat agregat kering.

2. Peralatan yang digunakan

- a. Timbangan
- b. Labu ukur atau piknometer 500 ml.
- c. Kerucut terpancung kuningan.
- d. Tumbukan.
- e. Alas kaca.
- f. Nampan.
- g. Cawan.
- h. Oven

3. Prosedur Pelaksanaan

- a. Siapkan Agregat halus yang telah ditimbang sebanyak 2500 gr ,lalu direndam dalam air selama 24 jam.
- b. Setelah 24 jam direndam, Buang air perendaman dengan hati-hati jangan sampai ada butir yang hilang, taburkan bahan uji tadi ke dalam wadah, lalu aduk hingga tercapai kering permukaan jenuh
- c. Agregat yang jenuh air dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C, kemudian dinginkan pada suhu kamar dan direndam dalam air selama 24 jam.
- d. Siapkan kerucut terpancung kuningan pada alas kaca dan tidak menyerap air.
- e. Masukkan benda uji ke dalam kerucut tersebut sampai melebihi batasnya, kemudian padatkan menggunakan penusuk untuk memadatkan bahan uji tadi dengan tumbukkan sebanyak 25 kali dengan

tinggi jatuh 5 mm, kemudian angkat kerucut tersebut. Keadaan kering permukaan jenuh tercapa bila benda uji 1/3 dari kerucut

- f. Setelah mencapai keadaan permukaan jenuh, ambil agregat halus sebanyak 500 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur. Isilah labu ukur dengan air suling sampai 90% penuh, lalu bebaskan gelembung udara dengan cara menggoyang goyangkan labu ukur sampai gelembung udara benar-benar hilang.
- g. Rendam labu ukur ke dalam air sehingga suhunya 25°C lalu tambahkan air suling sampai tanda batas lalu ditimbang (Bt)
- h. Keluarkan benda uji, kemudian diletakkan ke dalam oven pada suhu 110°C sampai berat tetap yang diinginkan
- i. Setelah agregat halus dingin kemudian timbang (Bk)
- j. Timbang berat piknometer berisi air penuh (B).

4. Perhitungan

Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*)

$$= \frac{Bk}{B+500-Bt} = \frac{487 \text{ gram}}{650 \text{ gram}+500-943 \text{ gram}} = 2,35 \text{ gram}$$

Berat jenis kering permukaan (SSD)

$$= \frac{500}{B+500-Bt} = \frac{500-487 \text{ gram}}{650 \text{ gram}+500-943 \text{ gram}} = 2,42 \text{ gram}$$

Berat jenis semu (*Apparent*)

$$= \frac{Bk}{B+Bk-Bt} = \frac{487 \text{ gram}}{650 \text{ gram}+487 \text{ gram}-943 \text{ gram}} = 2,51 \text{ gram}$$

Penyerapan

$$= \frac{500-Bk}{Bk} - 100\% = \frac{500-487 \text{ gram}}{487 \text{ gram}} = 2,67 \%$$

Keterangan : Bk = Berat Benda Uji kering

B = Berat piknometer berisi air (25°)

Bt = Berat piknometer + Benda uji SSD + Air (25°)

3.5.1.3 Pengujian Kadar Air agregat halus.

1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air yang terkandung didalam agregat.

2. Peralatan yang digunakan :

- a. Cawan kedap air
- b. Timbangan ketelitian
- c. Oven

3. Prosedur Pelaksanaan

- a. Timbang cawan/wadah yang akan dipakai
- b. Masukkan benda uji pasir kedalam wadah dan timbang sebanyak 500 gram. Selanjutnya, timbang cawan yang telah diisi benda uji tersebut.
- c. Setelah itu masukkan benda uji kedalam oven yang suhunya telah diatur 110°C selama 24 jam . Setelah dikeringkan, dinginkan benda uji .
- d. Setelah dingin, kemudian timbang kembali wadah yang telah berisi agregat yang telah di oven tersebut dan catat.

4. Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{L1-L2}{L2} \times 100\% \\ &= \frac{500-437}{437} \times 100 \% = 14,42 \% \end{aligned}$$

Keterangan :

L1 = Berat Agregat Basah = 500 gram

L2 = Berat Agregat kering = 437 gram

3.5.1.4 Pengujian kadar lumpur agregat halus

1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur didalam pasir yang dapat merugikan pada pencampuran komposisi beton.

2. Peralatan yang digunakan.

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 %
- b. Oven
- c. Cawan
- d. Saringan No. 200

3. Prosedur pelaksanaan

- a. Ambil agregat halus sebanyak 1000 gram, untuk mewakili agregat halus yang akan digunakan.
- b. Kemudian agregat halus dimasukkan dalam cawan, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Setelah dikeringkan selama 24 jam, kemudian ditimbang.
- d. Kemudian cuci agregat halus dalam cawan sampai bersih dari kotoran lumpur, sehingga air dalam cawan terlihat jernih.
- e. Setelah bersih dari kotoran lumpur, masukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 24 jam, lalu ditimbang. Di lanjutkan dengan pengolahan data.

4. Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Lumpur} &= \frac{A-B}{B} \\
 &= \frac{1000-875}{1000} \times 1000 \% \\
 &= 14,3 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan : A = Berat benda uji (gram).

B = Berat benda uji setelah dicuci + oven (gram).

3.5.2 Pengujian Agregat Kasar

3.5.2.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

1. Tujuan

Pengujian analisa saringan agregat kasar ini bertujuan untuk menentukan besar butir maksimum agregat kasar dan juga menentukan pembagian (gradasi) agregat kasar

2. Peralatan yang digunakan :

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,1%
- b. Saringan dengan No. 3, 2, 1, 3/4, 1/2, 3/8, 1/4 dan PAN.
- c. Wadah.
- d. Oven.
- e. Mesin penggetar saringan.
- f. Kuas, sikat kuning, sendok dan alat – alat lainnya.

3. Prosedur Pelaksanaan

- a. Persiapkan benda uji dalam keadaan bersih dari kadar lumpur

- b. Ambil agregat kasar dengan ukuran maksimum 40 mm sebanyak 2000 gram.
- c. Agregat kasar dikeringkan di dalam oven selama 24 jam pada suhu 110°C sampai mempunyai berat tetap.
- d. Dinginkan agregat dalam ruangan terbuka. Setelah dingin, agregat kasar ditimbang.
- e. Saringan disusun dengan ukuran yang paling besar ditempatkan di atas. Agregat kasar tersebut dimasukkan pada susunan saringan yang sudah disediakan, kemudian diletakkan di mesin penggetar selama 15 menit.
- f. Setelah digetarkan, berat agregat kasar yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang. Selanjutnya Pengolahan data

4. Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan Butir} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{718,3}{100} \\
 &= 7,183 \%
 \end{aligned}$$

3.5.2.2 Pengujian Kadar Air agregat kasar.

1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air yang terkandung didalam agregat.

2. Peralatan yang digunakan :

- a. Wadah
- b. Oven

3. Prosedur Pelaksanaan

- a. Timbang cawan/wadah yang akan dipakai.
- b. Masukkan benda uji agregat kasar kedalam wadah dan timbang sebanyak 1000 gram dalam keadaan basah.
- c. Timbang cawan yang telah diisi benda uji tersebut.
- d. Setelah itu masukkan benda uji kedalam oven yang suhunya telah diatur 110°C selama 24 jam
- e. Setelah dikeringkan dalam oven, dinginkan benda uji .
- f. Setelah dingin, kemudian timbang kembali wadah yang telah berisi agregat yang telah di oven tersebut dan catat
- g. Selanjutnya pengolahan data

4. Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{B-C}{C-A} \times 100\% \\ &= \frac{1000-997}{997} \times 100 \% = 0,3 \% \end{aligned}$$

3.5.2.3 Pengujian Berat jenis SSD dan penyerapan agregat kasar.

1. Tujuan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan kemampuan agregat kasar menyerap air. Berat jenis dan penyerapan yang dicari adalah:

- a. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) yaitu perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis kering permukaan (*Saturated Surface Dry, SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air

suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

- c. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) yaitu perbandingan agregat kering oven dan air suling juga isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- d. Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori-pori terhadap berat agregat kering.

2. Peralatan yang digunakan

- a. Timbangan dengan kapasitas 5 kg atau lebih.
- b. Alat *specific gravity*
- c. Keranjang kawat.
- d. Bak perendam.
- e. Oven.

3. Prosedur Pelaksanaan

- a. Agregat kasar (batu pecah) diambil 2500 gram mewakili sebagian bahan yang akan diperiksa dan sudah dicuci terlebih dahulu.
- b. Rendam benda uji ke dalam bak perendam selama 15 jam.
- c. Keluarkan bahan uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang dan dinyatakan dalam keadaan jenuh air permukaan (SSD) kemudian ditimbang.
- d. Bahan uji dimasukkan ke dalam keranjang kawat kemudian digoyang-goyangkan keranjang tersebut dalam air untuk mengeluarkan gelembung-gelembung udara terperangkap.

- e. Timbang berat agregat dalam air tersebut.
- f. Keluarkan bahan uji lalu keringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 110°C kemudian dinginkan.
- g. Timbang beratnya kembali dalam kondisi kering.
- h. Selanjutnya pengolahan data

4. Perhitungan

Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*)

$$= \frac{B_k}{B - B_a} = \frac{2261 \text{ gram}}{2300 \text{ gram} - 1412 \text{ gram}} = 2,55 \text{ gram}$$

Berat jenis Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry

$$= \frac{B}{B - B_a} = \frac{2300 \text{ gram}}{2300 \text{ gram} - 1412 \text{ gram}} = 2,59 \text{ gram}$$

Berat Jenis Semu (*Apparent Specific Gravity*)

$$= \frac{B_k}{B_k - B_a} = \frac{2261 \text{ gram}}{2300 \text{ gram} - 1412 \text{ gram}} = 2,51 \text{ gram}$$

Penyerapan (*Arbsorption*)

$$= \frac{B - B_k}{B_k} - 100\% = \frac{2300 - 2261 \text{ gram}}{2261 \text{ gram}} \times 100\% = 1,72\%$$

Keterangan : B_k = Berat kering oven benda uji (gram).

B = Berat kering benda uji (gram).

B_a = Berat benda uji di dalam air (gram).

3.5.2.4. Pengujian Keausan Agregat Kasar

1. Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angles.

2. Peralatan yang digunakan :

- a. Mesin Los Angles.
 - b. Bola – bola baja dengan diameter $1\frac{7}{8}$ " dengan berat masing-masing 440 gram sebanyak 11 buah.
 - c. Saringan No. 12
 - d. Timbangan dengan kapasitas 50 kg
 - e. Nampan atau talang.
3. Prosedur Pelaksanaan
- a. Ambil agregat kasar sebanyak 5000 gram, untuk mewakili agregat kasar yang akan digunakan, Lalu cuci agregat kasar.
 - b. Setelah itu agregat kasar dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 110°C sampai berat konstan.
 - c. Setelah kering, agregat kasar didinginkan dalam ruangan terbuka. Setelah dingin, agregat kasar ditimbang.
 - d. Hidupkan Mesin *Los Angeles*, drum abrasi diputar dengan menekan tombol Jog sehingga tutupnya ke atas.
 - e. Tutup mesin abrasi dibuka dan agregat kasar yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam mesin Los Angles, masukkan juga bola baja
 - f. Tekan tombol start sehingga abrasi mesin berputar. Jumlah putaran akan terbaca counter dan mesin abrasi akan berhenti secara otomatis pada putaran ke 500.
 - g. Pasang talang di bawah mesin, kemudian tutup mesin abrasi dibuka dan tekan tombol JOG sehingga mesin abrasi berputar dan agregat kasar serta bola baja tertampung pada talang.

- h. Kemudian agregat kasar disaring dengan saringan No.12.
- i. Agregat kasar yang tertahan pada saringan No.12 dicuci sampai bersih dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam.
- j. lalu ditimbang.

4. Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Keausan agregat kasar} &= \frac{A-B}{B} \times 100 \% \\
 &= \frac{5000-3831}{3831} \times 100 \% \\
 &= 30,51 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan : A = Berat benda uji semula (gram).

B = Berat benda uji tertahan saringan No. 12 (gram).

3.6 *Mix Design* Beton

Concrete Mix Design adalah proses menentukan komposisi campuran adukan beton berdasarkan data-data dari bahan dasar untuk beton. Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia). Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

Pelaksanaan *Mix design* beton berpedoman pada SNI 03-2834-2000 disajikan dalam bentuk tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Job Mix Design* Beton Fc 25 MPa

No	Uraian	Nilai
1.	Kuat tekan rencana yang di syartakan 28 hari	25 MPa
2.	Deviasi standar	7,0 MPa
3.	Nilai tambah margin	12 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata ditargetkan	37 Mpa
5.	Jenis semen	Semen Tipe 1
6.	Jenis agregat kasar a. Jenis Agregat Kasar b. Jenis Agregat halus	Batu Pecah (Split) Pasir Tanjung Raja
7.	Faktor air semen	0,5
8.	Faktor air semen maksimum	0,60
9.	Nilai slump	10 ± 2 mm
10.	Ukuran maksimum agregat kasar	40 mm
11.	Kadar air bebas	185
12.	Jumlah Semen	370
13.	Jumlah semen maksimum	410
14.	Jumlah Semen minimum	275
15.	Faktor air semen disesuaikan	0,5 %
16.	Susunan butir agregat halus	Zona IV
17.	Persen Agregat halus	26 %
18.	Berat jenis agregat (Jenuh kering permukaan) a. Agregat halus b. Agregat kasar	2,53
19.	Berat isi beton	2337,5 kg/m ³
20.	Kadar agregat gabungan	1782,5 kg/m ³
21.	Kadar agregat halus	463,45 kg/m ³
22.	Kadar agregat kasar	1319,05 kg/m ³

Adapun perbandingan campuran beton dapat diuraikan sebagai berikut :

Volume benda uji silinder :

$$\begin{aligned} V &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\ &= 3,14 \times 0,075 \times 0,075 \times 0,30 \text{ m}^3 \\ &= 0,005304 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume benda uji untuk 3 benda uji silinder :

$$\begin{aligned} V &= 0,005304 \times \text{jumlah benda uji} \\ &= 0,0186 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 3.2 Perbandingan Campuran 1 m³ beton

Proporsi campuran	Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Liter)
Tiap 1 m ³	370	463,45	1319,05	185
1 Adukan (3 Sampel)	6,88	8,62	24,53	3,44

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 15 benda uji, artinya dalam membuat 15 benda uji ada 5 adukan.

1. Semen yang dibutuhkan untuk 15 benda uji silinder

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 3 benda uji silinder} \times 5 \\ &= 370 \text{ kg/m}^3 \times 0,0186 \text{ m}^3 \times 5 \\ &= 6,88 \text{ kg} \times 5 = 34,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Pasir yang dibutuhkan untuk 15 benda uji silinder

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 3 benda uji silinder} \times 5 \\ &= 463,45 \text{ kg/m}^3 \times 0,0186 \text{ m}^3 \times 5 \\ &= 8,62 \text{ kg} \times 5 = 43,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

3. Batu pecah yang dibutuhkan untuk 15 benda uji silinder

$$= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 3 benda uji silinder} \times 5 \text{ kali adukan}$$

$$= 1319,05 \text{ kg/m}^3 \times 0,0186 \text{ m}^3 \times 5 = 122,65 \text{ kg}$$

4. Air yang dibutuhkan untuk 3 benda uji silinder silinder beton normal

$$= \text{Air} \times \text{Volume 3 benda uji silinder}$$

$$= 185 \text{ kg/m}^3 \times 0,0186 \text{ m}^3 = 3,44 \text{ kg}$$

a. Pengurangan air sebanyak 15% untuk bahan tambah *AM 78* pada 3 sampel benda uji didapat sebesar.

$$= 3,44 \text{ kg} \times 15 \% = 0,516$$

$$= 3,44 \text{ kg} - 0,516 = 2,92 \text{ kg}$$

b. Air yang dibutuhkan untuk 12 sampel benda uji silinder beton variasi

$$= 2,92 \text{ kg} + 2,92 \text{ kg} + 2,92 \text{ kg} + 2,92 \text{ kg} = 11,68 \text{ kg}$$

c. Total keseluruhan air yang dibutuhkan :

$$= 3,44 \text{ kg} + 11,68 \text{ kg} = 15,12 \text{ Kg}$$

Jadi, Perbandingan campuran untuk 15 benda uji silinder dalam satuan kg adalah :

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
34,4	:	43,1	:	122,65	:	15,12

Jumlah Serbuk kayu terhadap Agregat halus untuk 1 Adukan :

1. Limbah Serbuk kayu yang dibutuhkan sebanyak 2% untuk 3 benda uji

$$= \frac{2}{100} \times \text{Berat agregat halus 3 sampel}$$

$$= \frac{2}{100} \times 6,88$$

$$= 0,172 \text{ kg}$$

2. Limbah Serbuk kayu yang dibutuhkan sebanyak 3% untuk 3 benda uji

$$= \frac{3}{100} \times \text{Berat agregat halus 3 sampel}$$

$$= \frac{3}{100} \times 6,88$$

$$= 0,258 \text{ kg}$$

3. Limbah Serbuk kayu yang dibutuhkan sebanyak 4% untuk 3 benda uji

$$= \frac{4}{100} \times \text{Berat agregat halus 3 sampel}$$

$$= \frac{4}{100} \times 6,88$$

$$= 0,344 \text{ kg}$$

Total keseluruhan serbuk kayu yang digunakan sebanyak 755 gram.

Untuk penggunaan bahan admixture *AM 78* sebanyak 1% didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan. *AM 78 Concrete Additive* yang dibutuhkan sebanyak 1 % untuk 12 benda uji beton variasi.

$$= \frac{1}{100} \times \text{Berat semen 3 sampel} \times 4 \text{ kali aduk}$$

$$= \frac{1}{100} \times 6,88 \times 4$$

$$= 0,275 \text{ kg}$$

3.7 Pembuatan Benda Uji

Material yang telah diuji telah memenuhi syarat yang sudah ditentukan untuk campuran beton, kemudian ditimbang dengan perencanaan perhitungan. Material terdiri dari pasir dan batu pecah yang telah ditimbang kemudian dimasukkan kedalam Molen lalu diaduk . Setelah itu masukkan semen setelah tercampur merata masukkan air sedikit demi sedikit sampai air yang telah

ditentukan jumlahnya habis, kemudian aduk kembali sampai semua bahan campuran homogen. Untuk beton variasi campuran penambahan serbuk kayu ditambahkan setelah pasir dan bahan kimia AM 78 dimasukkan setelah semen kemudian baru air.

3.8 Variasi Campuran Penambahan

Adapun variasi penambahan Limbah serbuk kayu terhadap agregat halus adalah 0%, 2%, 3%, 4% dengan bahan tambah *AM 78 Concrete Additive* 1 % dan untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari.

Tabel 3.3 Tabel Variasi campuran beton

Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
	Umur Pengujian Kuat Tekan 28 hari
Beton Normal 0%	3 buah
BN + AM 78 1%	3 buah
BN + AM 78 1% + LSK 2%	3 buah
BN + AM 78 1% + LSK 3%	3 buah
BN + AM 78 1% + LSK 4%	3 buah
Jumlah	15 buah

3.9 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan untuk menentukan kekakuan dari campuran beton segar dan menentukan tingkat *workability* nya. Langkah – langkah pengujian slump beton adalah sebagai berikut :

1. Bersihkan kerucut abrams dari kotoran
2. Letakan kerucut diatas plat baja, sisi bawah kerucut diinjak kedua sisinya.
3. Adukan beton dimasukkan ke dalam kerucut sebanyak 3 kali setiap 1/3 tinggi kerucut dan dipadatkan dengan tongkat baja sebanyak 25 kali tumbukan.

Ulangi hal tersebut sampai kerucut penuh dan ratakan permukaan – permukaan beton sejajar dengan tinggi kerucut.

4. Angkat kerucut searah tegak lurus
5. Ukur penurunan adukan beton dititik awal, jika penurunan berkisar pada slump yang telah ditargetkan, maka masih memenuhi persyaratan slump beton.

3.10 Perawatan Benda Uji

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 :

1. Buka benda uji dari cetakan.
2. Lalu rendamkan benda uji di dalam bak perendaman selama umur 28 hari sebelum di uji kuat tekannya.

3.11 Pengujian Kuat Tekan

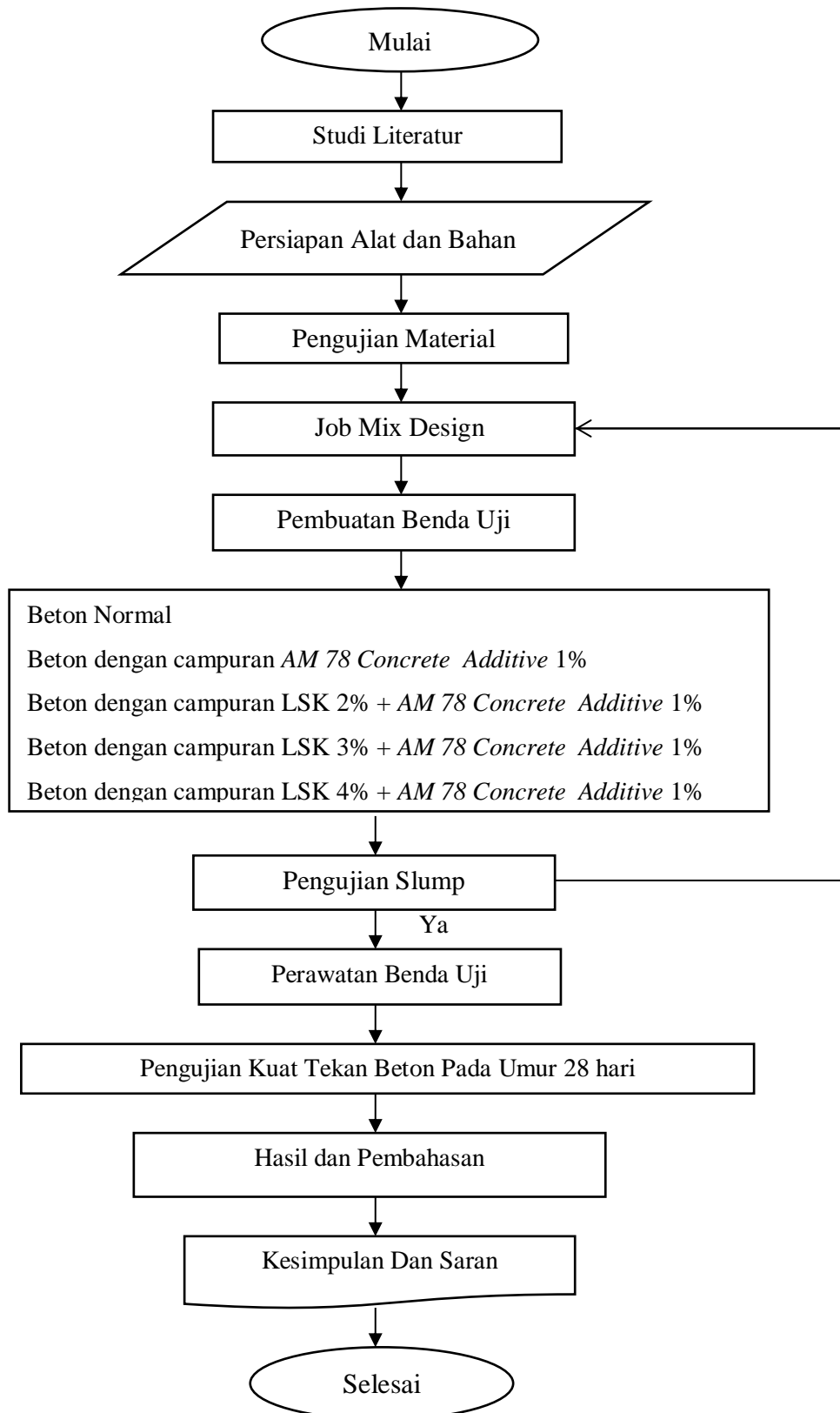
Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan dengan menggunakan mesin penguji tekan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm. Pengujian perawatan beton dilakukan pada umur yang ditentukan dalam perawatan perendaman.

1. Alat yang digunakan :
 - a. Mesin Kuat Tekan
 - b. Timbangan

2. Prosedur pengerjaan

- a. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik dengan nomor benda uji, nilai *slump*, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
- b. Ambil benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
- c. Tentukan berat dan ukuran benda uji. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 dan 4 kg/cm² per detik.
- d. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

3.12 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.22 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

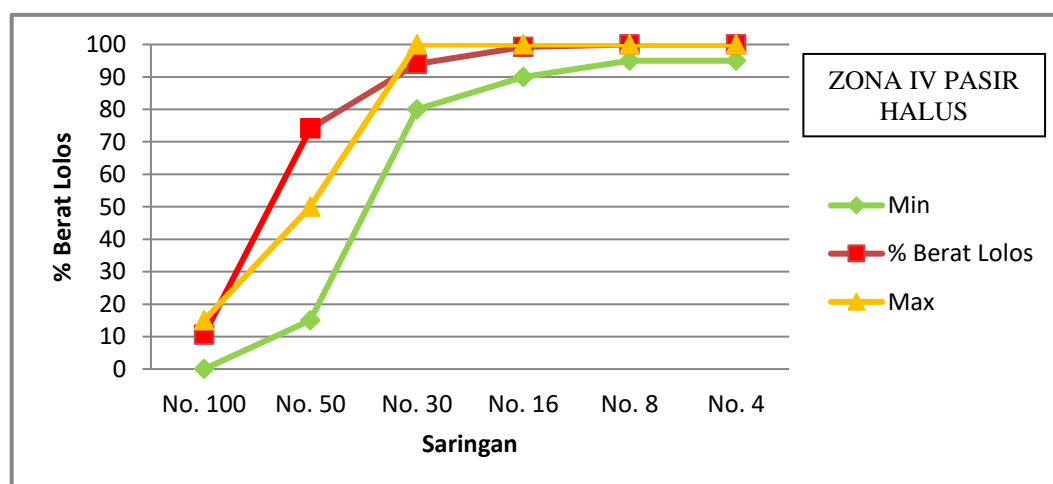
4.1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pada pengujian analisa saringan agregat halus pada tabel 4.1, maka diperoleh nilai persentase jumlah berat tertahan, persentase jumlah kumulatif lolos saringan dan modulus kehalusan sehingga dapat mengetahui zona gradasi pasir.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Saringan	Berat Tertahan (gr)	Jumlah Berat Tertahan	Jumlah (%)	
			Tertahan	Lewat
No. 3/8	0	0	0	100
No. 4	0	0	0	100
No. 8	0	0	0	100
No.16	8	8	0,8	99,2
No.30	52	60	6	94
No.50	199	259	25,9	74,1
No.100	635	894	89,4	10,6
No.200	89	983	98,3	1,7
PAN	17	1000	100	0

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Berdasarkan Gambar grafik 4.1 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus yang diperoleh dari tabel 3.1. Dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk zona 4 yaitu gradasi daerah dengan jenis pasir halus.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Material Agregat Halus

No.	Pengujian Material	Hasil Pengujian
1.	Gradasi Pasir	Zona IV
2.	Modulus Kehalusan	2,204 %
3.	Berat Jenis	2,35 gram
4.	Kadar Air	14,42 %
5.	Kadar Lumpur	14,3 %

4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

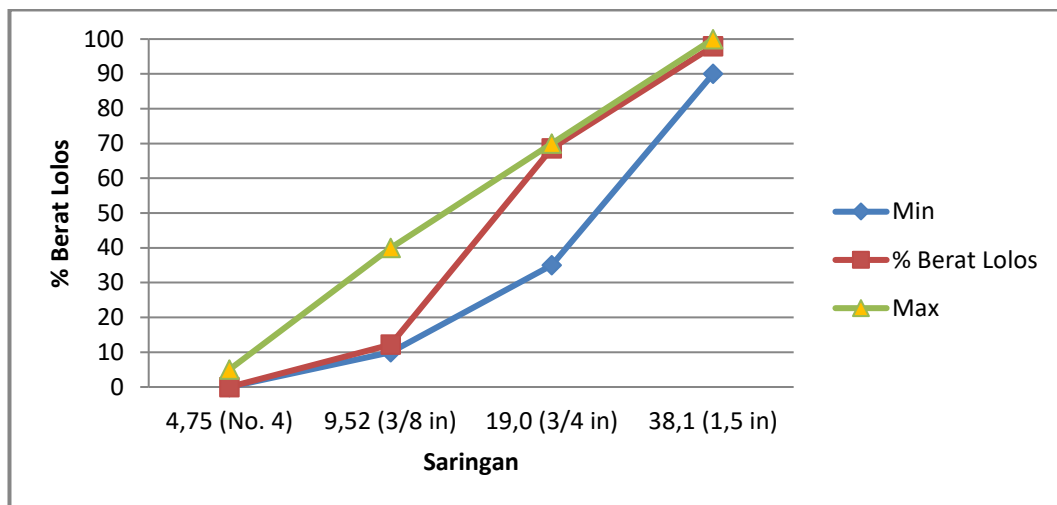
Dari hasil pengujian Agregat Kasar, maka diperoleh nilai persentase jumlah berat tertahan dan persentase jumlah kumulatif lolos saringan modulus kehalusan agregat kasar serta mengetahui batas gradasi agregat kasar.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar.

Saringan	Berat Tertahan (gr)	Jumlah Berat Tertahan	Jumlah (%)	
			Tertahan	Lewat
38,1 (1,5 in)	35	35	1,75	98,25
19,1 (3/4 in)	574	609	30,45	69,55
9,52 (3/8 in)	1113	1722	86,1	13,9
4,75 mm (No.4)	278	2000	100,00	0,00
2,36 (No. 8)	0	0	100,00	0,00
1,18 mm (No.16)	0	0	100,00	0,00
0,6 mm (No. 30)	0	0	100,00	0,00
0,3 mm (No. 50)	0	0	100,00	0,00
0,15 mm (No. 100)	0	0	100,00	0,00
0,075mm (No. 200)	0	0	100,00	0,00
PAN	0	0	0,00	0,00

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Total berat agregat kasar = 2000 gram



Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2. Batas gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 40 mm.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Material Agregat Kasar

No.	Pengujian Material	Hasil Pengujian
1.	Gradasi Agregat kasar	40 mm
2.	Modulus Kehalusan	7,183 %
3.	Berat Jenis	2,55 gram
4.	Kadar Air	0,3 %
5.	Keausan Agregat Kasar	30,51 %

4.3 Hasil Pengujian Slump

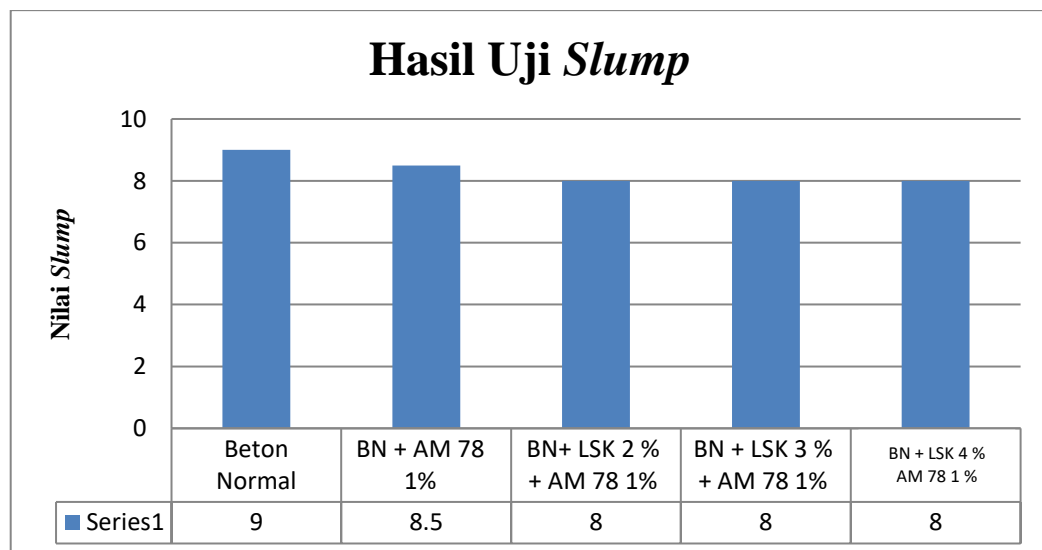
Sebelum mencetak adukan beton ke dalam cetakan silinder dilakukan pengujian slump. Pengujian slump dilakukan mengetahui kelecakan adukan beton dan mengetahui nilai slump dari beton tersebut. Cara pengujian ini adalah

sebelum memasukkan adukan kedalam cetakan silinder, kita uji slump terlebih dahulu dengan menggunakan alat uji slump (kerucut braham), pengujian ini sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Hasil slump dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Nilai *Slump*.

No.	Variasi	Tinggi Slump
1.	Beton Normal	9
2.	BN + AM 78 1%	8.5
3.	BN + LSK 2% + AM 78 1%	8
4.	BN + LSK 3% + AM 78 1%	8
5.	BN + LSK 4% + AM 78 1%	8

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang



Gambar 4.3 Hasil Uji *Slump*

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Dari Gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa *slump test* beton normal di dapat nilai 9 cm, Pada variasi beton di tambah dengan 2%, 3% dan 4% limbah serbuk kayu + AM 78 1 % mengalami penurunan pada nilai slump yang sama

yaitu 8 cm. Adapun penyebab menurunnya nilai *slump test* antara lain kurang membersihkan kerucut braham pada saat ingin melakukan *slump test*.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Nilai kekuatan beton diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji silinder ataupun kubus pada umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Beban maksimum didapat dari pengujian dengan menggunakan alat Uji kuat tekan. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 15 buah.

Pengujian kuat tekan beton berumur 28 hari besar beban didapat dalam keadaan KN bila akan dikonversikan kedalam kkg maka harus dikalikan dengan faktor pengali sebesar 102 kg. Hasil dari pengujian kuat tekan beton berupa data primer atau data yang diperoleh dari laboratorium yang akan dikerjakan untuk mendapatkan data olahan yang sesuai dengan SNI.

Setelah pengujian kuat tekan beton selanjutnya data diolah untuk mencari nilai standar deviasi dan kuat tekan karakteristik. Nilai standar deviasi menunjukkan tingkat keberhasilan pelaksanaan dalam penelitian. Apabila nilai deviasi telah didapatkan maka dapat dihitung nilai kuat tekan karakteristiknya.

4.4.1 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan variasi Beton normal, Beton normal + AM 78 1%, Beton campuran LSK 2 %, 3 %, dan 4% + AM 78 1% pada umur 28 hari didapatkan hasil kuat tekan sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal Umur 28 hari

No.	Umur	Berat	Density	Beban		Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton
	(Hari)			(gr)	(Y)		(KN)
1	28	11734.5	2.21	445.7	45461.4	176.6	25.74
2		11828	2.23	452.3	46134.6	176.6	26.12
3		12104	2.28	443.6	45247.2	176.6	25.62

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan BN + AM 78 1% Umur 28 hari

No.	Umur	Berat	Density (gr/cm ²)	Beban		Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton
	(hari)			(gr)	(Y)		(KN)
1.	28	11912	2.25	475.5	48501.0	176.6	27.46
2.		12294	2.32	464.5	47379.0	176.6	26.83
3.		11890	2.24	450.8	45981.6	176.6	26.04

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan

BN + LSK 2% + AM 78 1% Umur 28 hari

No.	Umur	Berat	Density (gr/cm ²)	Beban		Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton
	(hari)			(gr)	(Y)		(KN)
1.	28	12014.5	2.27	458.2	46736.4	176.6	26.46
2.		12405	2.34	447.3	45624.6	176.6	25.83
3.		11713.5	2.21	462.5	47175.0	176.6	26.71

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan
BN + LSK 3% + AM 78 1% Umur 28 hari

No.	Umur	Berat (gr)	Density (gr/cm ²) (Y)	Beban		Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton
	(hari)			(KN)	(Kg)		(Mpa)
1.	28	12126.5	2.29	445.8	45471.6	176.6	25.75
2.		12266.5	2.32	418.4	42676.8	176.6	24.17
3.		12152.5	2.29	436.3	44502.6	176.6	25.20

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan
BN + LSK 4% + AM 78 1% Umur 28 hari

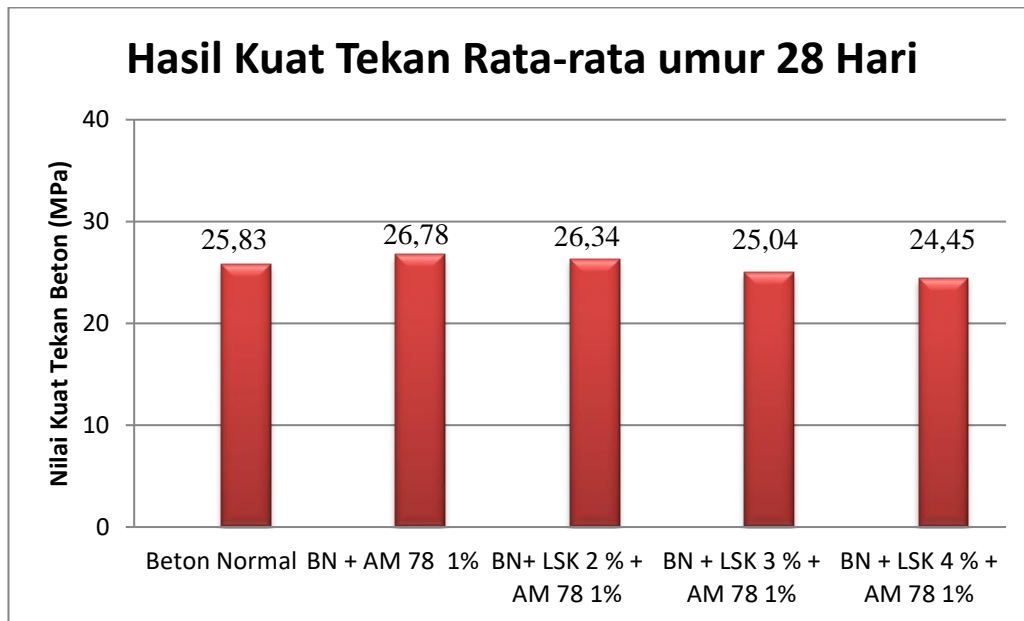
No.	Umur	Berat (gr)	Density (gr/cm ²) (Y)	Beban		Luas (cm ²)	Kuat Tekan Beton
	(hari)			(KN)	(Kg)		(Mpa)
1.	28	12374	2.34	447.6	45655.2	176.6	25.85
2.		12023	2.27	413.6	42187.2	176.6	23.89
3.		12060	2.28	408.7	41687.4	176.6	23.61

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Tabel 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata- rata (Mpa)

Variasi Beton	Umur Beton (hari)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
Beton Normal	28	25.83
BN + AM 78 1%	28	26.78
BN+ AM 78 1% + LSK 2 %	28	26.34
BN + AM 78 1% + LSK 3 %	28	25.04
BN + AM 78 1% + LSK 4 %	28	24.45

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang



Gambar 4.4 Grafik Hasil Kuat Tekan Rata-rata

Sumber : Hasil Penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan UM Palembang

Berdasarkan Gambar grafik 4.4 menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi terjadi pada campuran beton memiliki nilai kuat tekan paling tinggi di variasi 2 % untuk penambahan LSK + AM 1 % masing masing pada umur 28 hari yaitu sebesar 26,34 Mpa. Pada variasi LSK 3% + AM 1% mengalami penurunan tetapi mencapai kuat tekan rencana yaitu 25,04 Mpa dan pada variasi LSK 4% + AM 1% penurunan kuat tekan beton 24,45 Mpa. Dan penambahan AM 78 1% tanpa serbuk kayu memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 26,78 pada umur 28 hari lebih tinggi dibanding yang menggunakan serbuk kayu. Menurumnya kuat tekan beton ini terjadi karena faktor penambahan variasi serbuk kayu lebih besar serta perbedaan komposisi pada bahan tambah serbuk kayu yang terdapat unsur kimia selulosa didalamnya dan bahan kimia AM 78 Concrete Additive, sehingga proses pengikatan tidak berjalan secara optimal.

4.4.2 Pengolahan Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton Karakteristik

Setelah dilakukan pengujian kuat tekan beton, selanjutnya pada penelitian ini dihitung dan ditentukan juga nilai kekuatan tekan beton. Kemudian selanjutnya data yang didapatkan diolah untuk mencari standar deviasi dan kuat tekan karakteristik sesungguhnya.

Tabel 4.12 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik

Beton Normal umur 28 hari

No.	σ_{bi} (Mpa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (Mpa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (Mpa)	Perhitungan
1.	25.74	-0.087	0.008	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{77.49}{3} = 25.83$ $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{N-1}}$ $= \sqrt{\frac{0.14}{3-1}} = 0.26$ $\Sigma \sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1.64 \times S$ $= 25.83 - 1.64 \times 0.26$ $= \mathbf{25.40}$
2.	26.12	0.295	0.087	
3.	25.62	-0.208	0.043	
Σ	77.49		0.14	

Tabel 4.13 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik

BN + AM 78 1% umur 28 hari

No.	σ_{bi} (Mpa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (Mpa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (Mpa)	Perhitungan
1.	27.46	0.687	0.472	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{80.33}{3} = 26.78$ $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{N-1}}$ $= \sqrt{\frac{1.02}{3-1}} = 0.71$ $\Sigma \sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1.64 \times S$ $= 26.78 - 1.64 \times 0.71$ $= \mathbf{26.12}$
2.	26.83	0.052	0.003	
3.	26.04	-0.739	0.547	
Σ	80.33		1.02	

Tabel 4.14 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik

BN campuran LSK 2 % + AM 78 1% umur 28 hari

No.	σ_{bi} (Mpa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (Mpa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (Mpa)	Perhitungan
1.	26.46	0.127	0.02	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{79.07}{3} = 26.36$ $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{N-1}}$ $= \sqrt{\frac{0.35}{3-1}} = 0.40$ $\Sigma \sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1.64 \times S$ $= 26.78 - 1.64 \times 0.40$ $= \mathbf{25.60}$
2.	25.83	-0.502	0.252	
3.	26.71	0.375	0.141	
Σ	79.00		0.41	

Tabel 4.15 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik

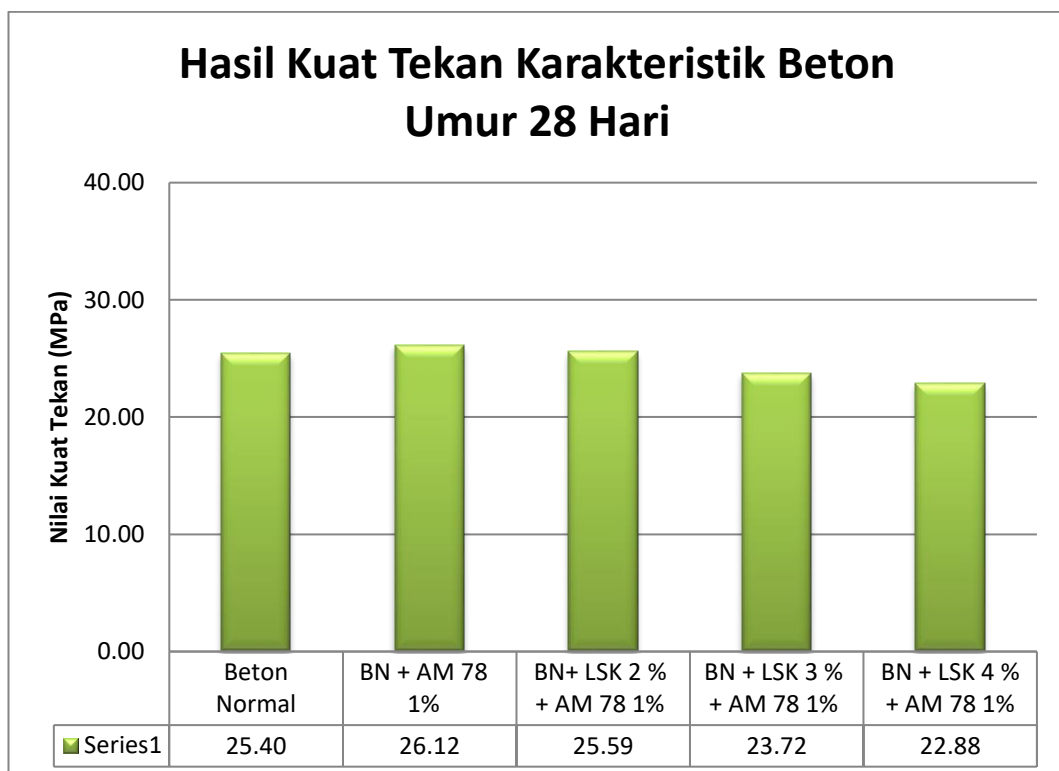
BN campuran LSK 3 % + AM 78 1% umur 28 hari

No.	σ_{bi} (Mpa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (Mpa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (Mpa)	Perhitungan
1.	25.75	0.710	0.505	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{75.11}{3} = 25.04$ $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{N-1}}$ $= \sqrt{\frac{1.29}{3-1}} = 0.80$ $\Sigma \sigma_{bk} = \sigma_{bm} - 1.64 \times S$ $= 26.78 - 1.64 \times 0.80$ $= \mathbf{23.72}$
2.	24.17	-0.872	0.761	
3.	25.20	0.162	0.026	
Σ	75.11		1.29	

Tabel 4.16 Perhitungan Kuat Tekan Beton Karakteristik

BN campuran LSK 4% + AM 78 1% umur 28 hari

No.	σ_{bi} (Mpa)	$\sigma_{bi}-\sigma_{bm}$ (Mpa)	$(\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2$ (Mpa)	Perhitungan
1.	25.85	1.404	1.970	$\sigma_{bm} = \frac{\sum \sigma_{bi}}{N} = \frac{73.35}{3} = 24.45$ $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\sigma_{bi}-\sigma_{bm})^2}{N-1}}$ $= \sqrt{\frac{2.99}{3-1}} = 1.50$ $\Sigma bk = \sigma_{bm} - 1.64 \times S$ $= 26.78 - 1.64 \times 1.50$ $= \mathbf{22.88}$
2.	23.89	-0.560	0.314	
3.	23.61	-0.843	0.711	
Σ	73.35		2.99	

**Gambar 4.5** Grafik Hasil Kuat Tekan Karakteristik Beton

Berdasarkan gambar 4.8 nilai kuat tekan beton karakteristiknya bervariasi. Nilai pada beton variasi campuran LSK 2 % + AM 1% memiliki kuat tekan karakteristik tertinggi sebesar 25,60 Mpa. Sedangkan pada variasi campuran LSK 3 % + AM 1% sebesar 23,72 Mpa dan campuran LSK 4 % + AM 1% sebesar 22,88 Mpa, adapun untuk beton variasi tanpa LSK yaitu BN + AM 78 1% memiliki kuat tekan karakteristik yaitu sebesar 26,12 MPa.

4.5 Pembahasan Hasil Kuat Tekan Beton

Dari hasil penelitian kuat tekan beton normal dan penambahan limbah serbuk kayu 2%, 3%, dan 4% dan AM 1%, maka dapat diketahui persentase perbandingan kekuatan beton normal dan beton dengan bahan tambah AM 78 *Concrete additive* dan limbah serbuk kayu sebagai berikut. Persentase kenaikan dan penurunan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini.

- a. Beton Normal = 25,83 MPa

$$\text{Besarnya nilai kenaikan umur 28 hari} = \frac{25,83-25,83}{25,83} \times 100 \% = 0 \%$$

- b. Penambahan campuran LSK 2 % + AM 1%

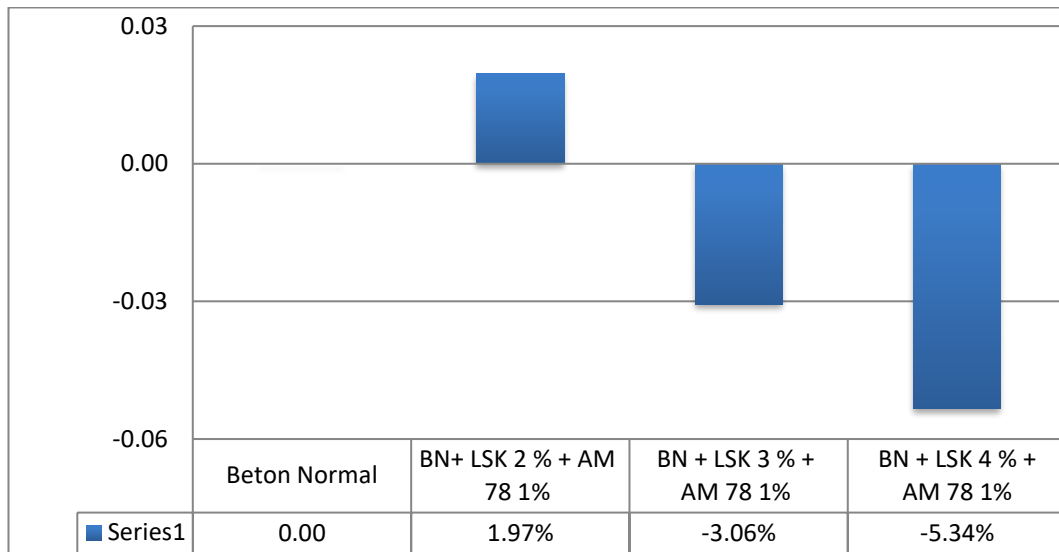
$$\text{Besarnya nilai kenaikan umur 28 hari} = \frac{26,34-25,83}{25,83} \times 100 \% = 1,97 \% \text{ (naik)}$$

- c. Penambahan campuran LSK 3 % + AM 1%

$$\text{Besarnya nilai kenaikan umur 28 hari} = \frac{25,04-25,83}{25,83} \times 100 \% = -3,06 \% \text{ (turun)}$$

- d. Penambahan campuran LSK 4 % + AM 1%

$$\text{Besarnya nilai kenaikan umur 28 hari} = \frac{24,45-25,83}{25,83} \times 100 \% = -5,34 \% \text{ (turun)}$$



Gambar 4.6 Grafik persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 28 hari.

Berdasarkan gambar 4.6 Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah mengalami kenaikan dan memiliki mutu pelaksanaan yang baik terjadi pada persentase penambahan campuran LSK 2 % + AM 78 1% dan mengalami penurunan terjadi pada persentase AM 78 1% + LSK 3 dan 4%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton yang telah peneliti lakukan, maka didapatkan kesimpulannya sebagai berikut :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton normal sebesar 25,83 Mpa, untuk beton normal variasi pada penambahan variasi LSK 2% + AM 78 1% nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 26,34 Mpa , untuk variasi LSK 3% + AM 78 1% sebesar 25,04 Mpa hanya mencapai kuat tekan rencana dan variasi LSK 4% + AM 78 1% mengalami penurunan sebesar 24,45 Mpa dari mutu beton rencana $f_c' = 25$ Mpa. Adapun penambahan AM 78 1% tanpa limbah serbuk kayu lebih meningkatkan kuat tekan beton sebesar 26,78 Mpa terhadap beton normal.
2. Penurunan kuat tekan beton yang tidak sesuai kuat tekan rencana yaitu pada variasi LSK 4% + AM 78 1% yang mengalami penurunan karena faktor penambahan serbuk kayu lebih besar serta perbedaan komposisi pada bahan tambah serbuk kayu yang terdapat selulosa didalamnya dan bahan kimia AM 78 *Concrete Additive*, sehingga proses pengikatan campuran beton tidak berjalan secara optimal. Pada bahan tambah AM 78 *Concrete Additive* sangat membantu mempengaruhi kuat tekan beton pada campuran serbuk kayu yang bertambah. Sehingga membuat campuran serbuk kayu yang bertambah tidak mengalami penurunan yang sangat jauh.

3. Kuat tekan karakteristik tertinggi yaitu pada penambahan LSK 2% + AM 78 1% yaitu sebesar 25,60 Mpa masing-masing pada umur 28 hari terhadap beton normal yaitu sebesar 25,40 Mpa. Dan Variasi AM 78 1% tanpa serbuk kayu sebesar 26,12 Mpa.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan dan mendapatkan hasil yang baik dalam penelitian ini maka peneliti mengajukan saran sebagai berikut :

1. Tidak perlu diadakan penelitian lebih lanjut dikarenakan sifat limbah serbuk kayu sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton.
2. Sebaiknya pada Laboratorium Teknologi bahan Universitas Muhammadiyah Palembang disiapkan alat mesin getar (*vibrator*) untuk pemadatan adukan beton kedalam benda uji silinder sehingga kandungan udara dalam campuran beton keluar dan adukan beton menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM Standards. Philadelphia-USA

Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03 – 1974 – 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 02-6820-2002 . Standar Nasional Indonesia. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-6821-2002. 2002. *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding*. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 15 – 2049 – 2004. Standar Nasional Indonesia .*Semen Portland*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
Badan Standardisasi Indonesia.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI – 2847 - 2013. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Belakang, A. L. (2017). *Pengaruh Penambahan Admixture Adhesive Manufacturer 78 (Am 78) Terhadap*. 9(2), 1–12.

Brosur Adiwasesa, www.ambpi.com

Dan P, Serat P, Lokal I. Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah. 2017;9(1):199-214.

Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU. (1989), *Pedoman Beton 1989*. SKBI. 1.4.53.1989. Draft Konsensus. Jakarta: DPU. Departemen Pekerjaan Umum, 1990, M

Fani, R. S. (2020). Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Dengan Bahan Tambah Am 78 Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton. *Repository.Umsu.Ac.Id*.
<http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/14200>

Marketing lugchemical <https://lugchemical.co.id/product/sodium-lignosulfonate/>

Masril, H. P. (2021). *Analisa Pengaruh Substitusi Serbuk Kayu Surian dengan Agregat Halus Terhadap Rencana Kuat Tekan Beton*. 3(1), 69–80.

Muhammad, & Pertiwi, D. (2021). Pengaruh Campuran Serbuk Kayu Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kuat Tekan. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, Dan Infrastruktur II*, 1–6.

- Mulyono, T. (2006). *Teknologi Beton*, Yogyakarta
- PBI.(1971). *Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971*.
- Saifuddin, M. I., Edison, B., & Fahmi, K. (2013). Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 1(1), 1–7.
- Saifullah. (2011). Mix Design Metode SKSNI Menggunakan Material Agregat Kasar dan Halus Dengan Berat Jenis Rendah. *Jurnal Kontruksi*, 2(2), 37-42
- SK SNI T-15-1990-03 : *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*.
- SNI 03-2834-2000. SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*. Published online 2000:1-34.
- Standart Spesification for Aggregates. (1985). *Annual Books of*
- Tjokrodinuljo, K. 1992. *Buku Ajaran Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri. ASTM C33,
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Zakaria, T. F. (2017). Pengaruh Pengurangan Air Serta Penambahan *Admixture AM 78* dan Serbuk Limbah Kaca Terhadap Kuat Tekan Pada Beton Mutu Tinggi. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.