

**ANALISA PENGARUH LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI
SUBSTITUSI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON MUTU K-175
(Penelitian)**

*Diajukan Untuk Melengkapi tugas-tugas dan
memenuhi syarat untuk menempuh Colloqium Daqum
Ujian Sarjana Teknik Sipil*

Disusun Oleh :

DASLIN SOLIM JUANDA LUMBAN TOBING
12.811.0012



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2017**

**ANALISA PENGARUH LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI
- SUBSTITUSI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON MUTU K-175**

(Penelitian)

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**DASLIN SOLIM JUANDA LUMBAN TOBING
12.811.0012**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2017

**ANALISA PENGARUH LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI
SUBSTITUSI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON MUTU K-175**

(penelitian)

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

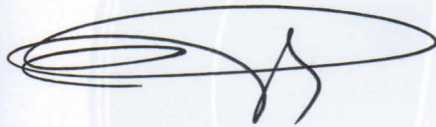
Oleh :

DASLIN SOLIM JUANDA LUMBAN TOBING

12.811.0012

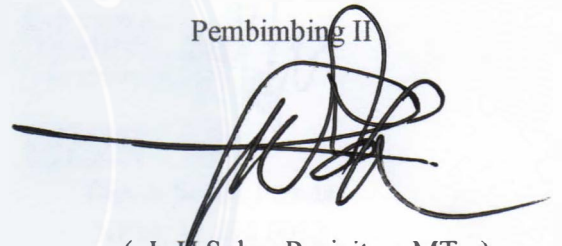
Disetujui :

Pembimbing I



(Ir. H. Irwan, MT)

Pembimbing II



(Ir. H. Subur Panjaitan, MT)

Mengetahui

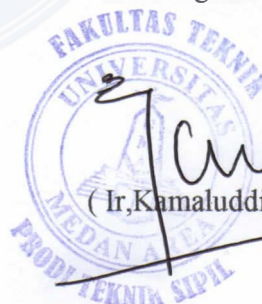


Dekan Fakultas Teknik



(Prof. Dr. Dadan Ramdan. M.Eng. M.Sc)

Ka. Program Studi Sipil



(Ir. Kamaluddin Lubis. MT)

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Desember 2016



Daslin Solim Juanda
NPM: 12 811 0012

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah industri berupa kulit kerang (clam shell) sebagai bahan substitusi sebagian pasir dan abu ampas tebu (sugarcane bagasse ash) sebagai substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan beton terbesar dari setiap variasi. yaitu Beton Normal, 2% Abu Tebu+3% Kulit Kerang, 4%+5% dan 6%+7%. Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat benda uji mencapai umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan benda uji berbentuk kubus 15x15x15cm. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa beton dengan campuran bahan substitusi abu ampas tebu ditambah kulit kerang mengalami kenaikan kuat tekan beton tertinggi pada campuran 6%+7% yaitu 192.61 Kg/cm² sedangkan beton normal sendiri yaitu 179.92 Kg/cm². Sehingga berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penggunaan kulit kerang dan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi pasir dan semen dengan persentase yang tepat terbukti dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Kata Kunci: Kulit Kerang, Abu Ampas Tebu, Substitusi Parsial, Limbah Industri, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of the use of industrial waste in the form of seashells (clam shell) as a substitute material mostly sand and ash bagasse (sugarcane bagasse ash) as a partial substitution of cement to the concrete compressive strength largest of any variety. Concrete namely Normal, 2% sugarcane bagasse ash + 3% clam shell, 4% +5% and 6%+7%. Testing the compressive strength of concrete is done when the specimen reaches the age of 7 days, 14 days and 28 days with a cube-shaped test piece 15x15x15cm. Results from the study showed that the concrete with a mixture of ash substitution of bagasse plus shells rose highest compressive strength of concrete in the mix 6%+7% is 192.61 kg / cm² while normal concrete itself is 179.92 kg / cm². So based on research that has been done using shells and bagasse ash as a substitute material of sand and cement with the exact percentage is proven to improve the compressive strength of concrete.

Keywords: Clam shell, sugarcane bagasse ash, Partial substitution, Industrial Waste, Concrete Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Pertama sekali penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, yang mana telah memberikan rahmat kepada hambanya karena tanpa-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini berjudul ‘Analisa Pengaruh Limbah Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K-175 (Penelitian)’ merupakan tugas akhir yang wajib diselesaikan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program strata I (S1) di jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengetahuan dan pengalaman praktis dan perbandingan mengenai teori-teori yang di dapat di bangku kuliah dengan di lapangan. Karena dengan demikian setelah tamat nantinya seorang sarjana teknik sipil diharapkan mampu mamiliki skill yang baik dalam mengelola proyek-proyek dibidang teknik sipil. Seorang sarjana tidak akan berarti apa-apa jika yang didapatkan hanya teori saja ketika berada di bangku kuliah, akan tetapi seorang sarjana sipil harus mampu menjawab tantangan zaman yang semakin kompetitif terutama di bidang konstuksi.

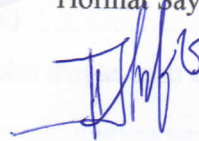
Sesuai dengan judulnya, dalam skripsi ini akan dilakukan penelitian seperti : penelitian masing-masing bahan, pengujian kuat tekan, dan pengolahan data yang dapat dari hasil penelitian (riset). Dalam proses penelitian skripsi ini, penlis banyak menemukan kesulitan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang berkaitan dengan penulisan skripsi ini, sehingga dapat diselesaikan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H.A Ya'kub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramlan, M.Eng, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Kamaludin Lubis, MT. selaku Ketua Prodi dan Koordinator Kerja Praktek Jurusan Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Sumatera Utara.
4. Ir. Irwan, MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi I.
5. Ir. Subur Panjaitan, MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi II.
6. Kedua Orangtua Tercinta & seluruh keluarga.
7. Seluruh Dosen dan Pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area
8. Seluruh teman-teman yang telah memberi dukungan.

Dalam penyusunan ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan serta kelemahan yang penulis lakukan sehingga skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa yang akan datang.

Medan, 07 Desember 2016
Hormat Saya,



DASLIN SOLIM
12.811.00112

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Kerangka Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Abu Ampas Tebu	6
2.2 Pengertian Kulit Kerang	10
2.3 Beton.....	15
2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton	16
2.3.2 Bahan Penyusun beton.....	17
2.3.2.1 Semen	18
2.3.2.2 Agregat	20
2.3.2.3 Air.....	24
2.4 Absorpsi dan Kadar Air	26
2.5 Kemudahan Penegerjaan (<i>Workability</i>).....	27
2.6 Dasar Teori campuran beton dengan abu ampas tebu substitusi semen dan kulit kerang substitusi pasir.....	28
2.7 Pengujian Beton.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	31
3.2 Persiapan Bahan dan peralatan	33

3.2.1 Bahan	33
3.2.2 Peralatan.....	34
3.3 Pemeriksaan Material	35
3.3.1 Analisa ayak Agregat Halus (SNI 03-1968-1990).....	35
3.3.2 analisa ayak Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990).....	37
3.3.3 Berat Jenis & Absorpsi Agregat halus (SNI 03-1969-1990)	38
3.3.4 Berat Jenis & Absorpsi Agregat kasar (SNI 03-1969-1990)	41
3.3.5 Pengujian kadar organik pada pasir (SNI 03-2816-1992)	43
3.3.6 Kadar Air Pada Agregat (SNI 03-1971-1990)	44
3.3.7 Berat Isi pasir (SNI 03-4804-1990)	46
3.3.8 Berat Isi kerikil (SNI 03-4804-1990).....	47
3.3.9 Berat Isi Abu Ampas Tebu (SNI 03-4804-1990).....	49
3.3.10 Berat Isi Kulit Kerang (SNI 03-4804-1990).....	51
3.3.11 Kadar Air Pada Abu Ampas Tebu.....	53
3.3.12 Kadar Air Pada Kulit Kerang	54
3.3.13 Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian pasir ayakan 200)...	55
3.3.14 Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian krikilayakan 200)...	56
3.3.15 Pemeriksaan Kadar Liat (Clay Lump).....	58
3.3.16 Pemeriksaan Keausan (SNI 03-2417-1991).....	59
3.3.17 Berat Isi	61
3.4 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	62
3.5 Pembuatan Benda uji Kubus	76
3.6 Perawatan Benda Uji	77
3.7 Pengujian Sampel	77
3.7.1 Pengujian Slump (SNI 03 – 1972 -1990)	77
3.7.2 Pengujian Berat Isi Beton Segar (SNI 03 – 1973 -1990)	78
3.7.3 Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03- 1974-1990).....	79
3.8 Analisa dan Kesimpulan	80

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai Slump	81
4.2 Pengujian Bobot Isi Beton Segar	81
4.3 Pengujian Kuat Tekan kubus Beton.....	82

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	90



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 komposisi Kimia Abu Pembakaran Ampas Tebu	9
Tabel 2.2 Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang	11
Tabel 2.3 Unsur- unsur beton.....	17
Tabel 2.4 Persentase lolos ayakan agregat halus	23
Tabel 2.5 Persentase lolos ayakan agregat kasar	23
Tabel 3.1 Faktor perkalian deviasi standard	63
Tabel 3.2 Nilai deviasi standard.....	64
Tabel 3.3 Perkiraan Kekuatan tekan Beton dengan faktor Air Semen	65
Tabel 3.4 Persyaratan jumlah semen minimum dan FAS	67
Tabel 3.5 Penetapan nilai Slump.....	68
Tabel 3.6 Penetapan Kebutuhan Air per kubik beton	68
Tabel 3.7 Campuran Beton	72
Tabel 3.8 Komposisi Beton.....	73
Tabel 3.9 Data perbandingan komposisi benda uji beton	75
Tabel 3.10 Tabel sampel dan Variasi.....	79
Tabel 4.1 Nilai slump beton dan substitusi beton	81
Tabel 4.2 Bobot isi beton	82
Tabel 4.3. Hasil kuat tekan beton normal dan beton substitusi abu ampas tebu dan kulit kerang.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alur Penulisan	5
Gambar 2.1 Proses penggilingan tebu	7
Gambar 2.2 Kerang Bulu	12
Gambar 2.3 Kerang Hijau	13
Gambar 2.4 Kerang Darah	14
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian	33
Gambar 3.2 Grafik hubungan Kuat tekan dan FAS	66
Gambar 3.3 Grafik perkiraan berat isi beton basah.....	70
Gambar 4.1 : Grafik hubungan Berat jenis Beton terhadap variasi substitusi abu ampas tebu dan kulit kerang.....	82
Gambar 4.2 Histogram hubungan kuat tekan kubus terhadap terhadap penambahan abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir	85
Gambar 4.3 Grafik hubungan kuat tekan kubus terhadap terhadap penambahan abu ampas tebu sebagai substitusi semen sdan kulit kerang sebagai substitusi pasir	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Pembangunan akan terus berkembang begitu juga dengan kebutuhannya akan beton selanjutnya dimasa yang akan datang. Beton banyak digunakan pada pembangunan karena mudah dibentuk sesuai dengan keperluan terlebih lagi bahan pembentuk beton yaitu pasir, batu pecah, semen dan air merupakan bahan yang tidak sulit untuk didapatkan, perawatannya tidak memerlukan banyak biaya dan memiliki kuat tekan yang tinggi.

Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus dikembangkan dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Hal ini dilakukan dengan cara mensubstitusikan bahan-bahan pengganti, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, semen dan juga bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton. Bahan yang digunakan sebagai bahan pengganti tersebut difokuskan dengan memanfaatkan material limbah.

Pertumbuhan ekonomi kita saat ini ada pada tahap berkembang, hal ini ditandai dengan pertumbuhan industri yang pesat. Perkembangan industri ini memberikan dampak positif bagi perekonomian, namun disamping itu juga memberikan dampak negatif karena menghasilkan limbah. Dampak negatif dari limbah industri terutama berimbas pada lingkungan, apalagi bila tidak dilakukan pengolahan yang baik serasi tepat pada limbah tersebut. Pengolahan limbah yang tidak tepat pada akhirnya akan berdampak pada kesehatan masyarakat yang

tinggal di lingkungan tersebut. Oleh karena itu dengan adanya pemanfaatan limbah yang ada, dapat membantu mengurangi efek negatif sekaligus juga memberikan efek positif bagi lingkungan.

Kota Medan sebagai kota besar tentunya turut pula berpartisipasi dalam perkembangan ekonomi bangsa, dalam hal ini khususnya pada sektor industri baik yang berskala besar maupun kecil. Salah satu industri yang ada di Kabupaten Deli Serdang adalah industri kerang kupas dan pabrik gula, dimana kedua industri ini tentunya menghasilkan limbah dari kegiatannya. Kulit kerang dan ampas tebu memiliki kandungan mineral / zat yang dapat dijadikan sebagai bahan pengganti untuk material pembentuk beton. Sehingga akan coba digunakan sebagai pengganti sebagian semen dan agregat halus/pasir, untuk melihat apakah dapat memberikan dampak yang positif pada kuat tekan beton.

Proposi campuran dari bahan-bahan penyusunan beton ini ditentukan melalui perancangan beton (mix design). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusunan beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain :

- 1) Metode America Concrete Institute
- 2) Portland Cement Association
- 3) Road Note No. 4
- 4) British Standard, Departement of Engeneering
- 5) Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03)
- 6) Cara coba-coba (Eksperimental)

1.2 Rumusan Masalah

Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan pengganti sebagian campuran Beton. Dari beberapa bahan pengganti sebagian yang ada diantaranya adalah kulit kerang sebagai substitusi pasir dan abu ampas tebu sebagai substitusi semen.

Permasalahan utama yang akan diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh bahan pengganti sebagian campuran Beton yaitu kulit kerang sebagai substitusi pasir dan abu ampas tebu sebagai substitusi semen pada campuran beton K-175 terhadap kenaikan kuat tekan beton itu sendiri.

1.3 Batasan Masalah

Agar penulisan skripsi ini agar tidak menyimpang dan mengambang dari tujuan yang semula direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan dalam proses penelitian yang dilakukan dapat menjadi acuan. Dan mengetahui urutan manakah yang terlebih dahulu digunakan pada saat pelaksanaan di proyek dan dilapangan kerja. Maka untuk mendapatkan sasaran penelitian yang optimal penulis membatasi ruang lingkup tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Karakteristik yang diteliti adalah kenaikan kuat tekan beton.
- b. Beton yang diteliti ialah beton dengan penambahan kulit kerang sebagai substitusi pasir dan abu ampas tebu sebagai substitusi semen.
- c. Persentase penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir divariasikan dalam beberapa macam,

yaitu 0%-0%, 2%-3%, 4%-5%, dan 6%-7%.

- d. Untuk pengujian kuat tekan beton akan dibuat benda uji kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm sebanyak masing-masing 10 benda uji dimasing-masing variasi.
- e. Untuk Abu Ampas Tebu sendiri kita dapatkan dari pabrik gula kuala madu.
- f. Untuk Kulit Kerang sendiri kita dapatkan dari industri kupas kerang di Bagan, Percut Sei Tuan.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan penelitian tersebut, penelitian dimaksudkan untuk mengungkap seberapa besar pengaruh limbah kulit kerang sebagai substitusi pasir dan abu ampas tebu sebagai substitusi semen, Tujuan yang ingin dicapai dari kajian ini adalah:

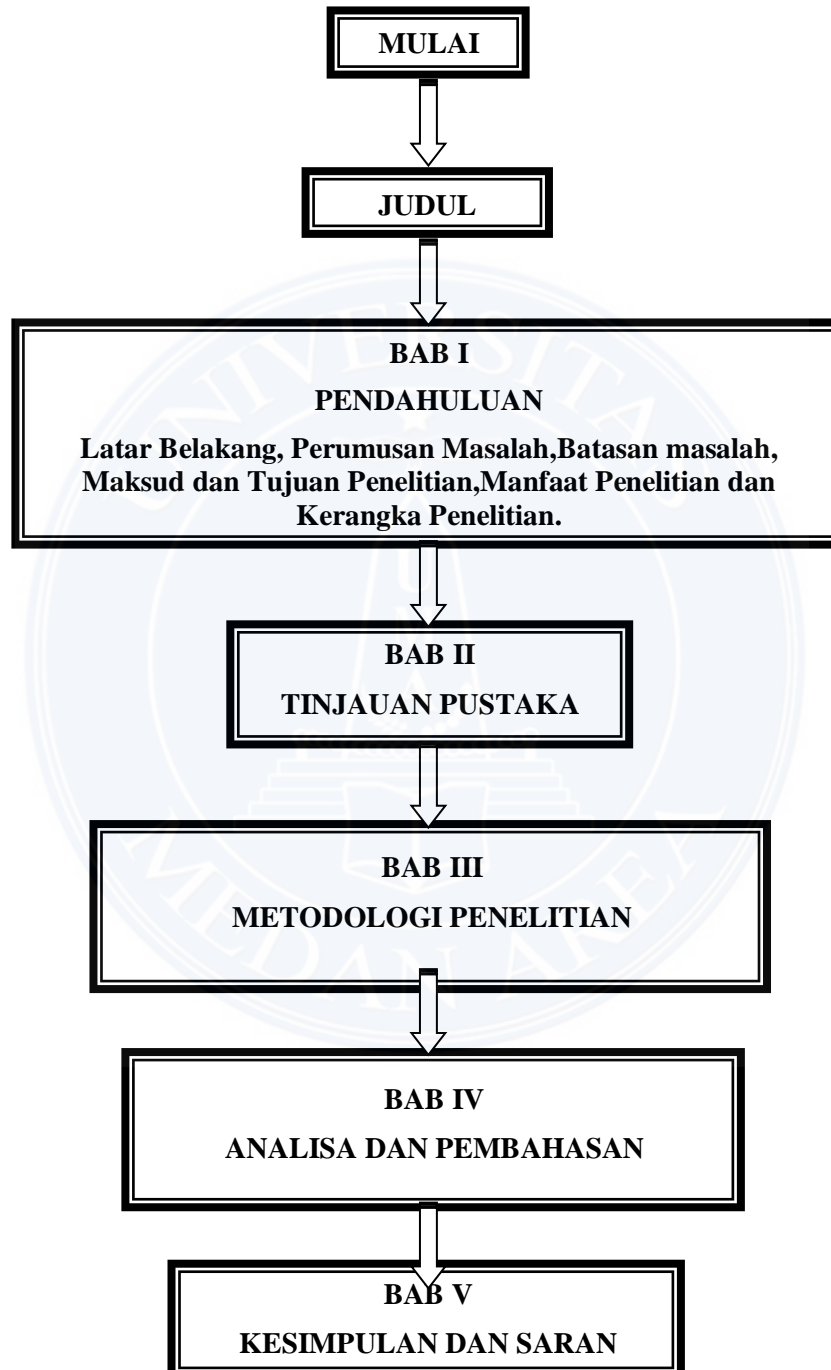
1. Menerapkan peraturan SNI dalam melakukan *Job Mix Formula*
2. Mengetahui nilai kuat tekan beton dengan substitusi semen dan agregat halus dari abu ampas tebu dan kulit kerang dengan persentase 0%-0%, 2%+3%, 4%+5%, dan 6%+7% masing-masing.
3. Membandingkan nilai kuat tekan beton tiap variasi yang menggunakan abu ampas tebu dan kulit kerang sebagai substitusi semen dan agregat halus dengan beton normal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memanfaatkan limbah kulit kerang sebagai substitusi pasir dan abu ampas tebu sebagai substitusi semen,

sebagai bahan pengganti sebagian dalam campuran beton normal, sehingga didapatkan nilai kuat tekan beton yang maksimal.

1.6 Kerangka Penelitian



Gambar. 1.1 Diagram Alur Penulisan

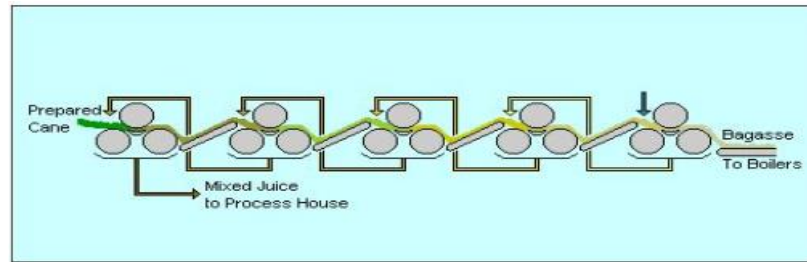
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Abu Ampas Tebu

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum officinarum*) setelah diekstraksi atau dikeluarkannya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*).

Pada proses penggilingan tebu, terdapat lima kali proses penggilingan dari batang tebu sampai dihasilkan ampas tebu. Pada penggilingan pertama dan kedua dihasilkan nira mentah yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian pada proses penggilingan ketiga, keempat dan kelima dihasilkan nira dengan volume yang tidak sama. Setelah proses penggilingan awal yaitu penggilingan pertama dan kedua dihasilkan ampas tebu basah. Untuk mendapatkan nira yang optimal, pada penggilingan ampas hasil gilingan kedua harus ditambahkan susu kapur $3Be$ yang berfungsi sebagai senyawa yang mampu menyerap nira dari serat ampas tebu, sehingga pada penggilingan ketiga nira masih dapat diserap meskipun volumenya lebih sedikit dari hasil gilingan kedua. Pada penggilingan seterusnya hingga penggilingan kelima ditambahkan susu kapur $3Be$ dengan volume yang berbeda-beda tergantung sedikit banyaknya nira yang masih dapat dihasilkan.



Gambar 2.1 Proses penggilingan tebu

Rata – rata ampas yang diperoleh dari proses giling 32 % tebu. Dengan produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta ton potensi ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta ton ampas per tahun. Selama ini hampir di setiap pabrik gula tebu menggunakan ampas sebagai bahan bakar boiler.

Rata – rata ampas yang diperoleh dari proses giling 32 % tebu. Dengan produksi tebu di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 21 juta ton potensi ampas yang dihasilkan sekitar 6 juta ton ampas per tahun. Selama ini hampir di setiap pabrik gula tebu menggunakan ampas sebagai bahan bakar boiler.

Kebutuhan energi di pabrik gula dapat dipenuhi oleh sebagian ampas dari gilingan akhir. Sebagai bahan bakar ketel jumlah ampas dari stasiun gilingan adalah sekitar 30 % berat tebu dengan kadar air sekitar 50 %. Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47 %, H (*Hydrogen*) 6,5 %, O (*Oxygen*) 44 % dan abu (*Ash*) 2,5 %. Menurut rumus Pritzelwitz (Hugot, 1986) tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5 % akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal.

Kelebihan ampas (*bagasse*) tebu dapat membawa masalah bagi pabrik gula, ampas bersifat *bulky* (meruah) sehingga untuk menyimpannya perlu area yang luas. Ampas mudah terbakar karena di dalamnya terkandung air, gula, serat dan mikroba, sehingga bila tertumpuk akan terfermentasi dan melepaskan panas.

Terjadinya kasus kebakaran ampas di beberapa pabrik gula diduga akibat proses tersebut. Ampas tebu selain dijadikan sebagai bahan bakar ketel di beberapa pabrik gula mencoba mengatasi kelebihan ampas dengan membakarnya secara berlebihan (*inefisien*). Dengan cara tersebut mereka bisa mengurangi jumlah ampas tebu.

Blotong merupakan limbah padat produk stasiun pemurnian nira, berupa endapan berbentuk padatan semi basah dengan kadar air 50 – 70%, dalam sehari dapat dihasilkan 3,8-4% dari jumlah tebu yang digiling. Blotong yang dihasilkan di angkut dengan truk kemudian ditampung pada lahan berbentuk cekungan di bagian belakang pabrik. Blotong dimanfaatkan sebagai tanah urug dan pengeras jalan. Limbah ini juga sebagian besar diambil petani untuk dipakai sebagai pupuk, sebagian yang lain dibuang di lahan terbuka, dapat menyebabkan polusi udara, pandangan dan bau yang tidak sedap di sekitar lahan tersebut. Abu boiler merupakan sisa pembakaran ampas tebu yang digunakan dalam proses pengolahan tebu. Kebanyakan masyarakat masih memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

Abu pembakaran ampas tebu merupakan hasil perubahan secara kimiawi dari pembakaran ampas tebu murni. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk memanaskan boiler dengan suhu mencapai 5500-6000C dan lama pembakaran setiap 4-8 jam dilakukan pengangkutan atau pengeluaran abu dari dalam boiler, karena jika dibiarkan tanpa dibersihkan akan terjadi penumpukan yang akan mengganggu proses pembakaran ampas tebu berikutnya. (Mukmin Batubara, 2009).

Komposisi kimia dari abu ampas tebu terdiri dari beberapa senyawa yang dapat dilihat pada tabel (2.1) berikut.

Tabel 2.1 komposisi Kimia Abu Pembakaran Ampas Tebu

Senyawa Kimia	Persentase (%)
SiO ₂	71
Al ₂ O ₃	1.9
Fe ₂ O ₃	7.8
CaO	3.4
MgO	0.3
K ₂ O	8.2
P ₂ O ₅	3
MnO	0.2

Keterangan :

Silika(SiO₂),

Alumina (Al₂O₃),

Fe₂O₃,komponen besi

CaO (kapur).

MgO, terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. Dapat meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran .

K₂O

P₂O₅

MnO

Abu Tebu merupakan limbah dari proses produksi gula di pabrik gula, limbah ini pada kenyataannya sulit untuk dibuang karena fungsi dari abu tebu ini kurang bisa diolah dan dimanfaatkan oleh warga setempat bagi perkebunan atau pertanian, bahkan oleh beberapa petani menganggap abu tebu sebagai perusak kesuburan tanah. Hal tersebut merupakan masalah tersendiri dari dalam hal

pembuangannya bagi pabrik gula. Untuk mengatasi masalah tersebut, pihak pabrik menawarkan abu tebu tersebut kepada umum secara cuma-cuma, tetapi meskipun demikian limbah tersebut masih tetap banyak menumpuk di halaman atau di sekitar arel pabrik. Pemanfaatan abu tebu ini oleh para peneliti sangat diharapkan oleh pihak pabrik, apalagi dapat dipergunakan untuk kepentingan masyarakat banyak. Abu Ampas Tebu (AAT) pada setiap pabrik gula cukup banyak, mencapai sekitar 9.000 ton AAT yang dibuang tiap tahun sebagai tanah uruk. (Totok Noerwasito,2004)

2.2 Pengertian Kulit Kerang

Kerang adalah salah satu hewan lunak (Mollusca) kelas Bivalvia atau Pelecypoda. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu (1) kaki (*foot byssus*), (2) kepala (*head*), (3) bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), (4) selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya.

Kerang biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa daun telinga atau cuping dan cangkang setangkup. Mantel dilekatkan ke cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Fungsi dari permukaan luar mantel adalah mensekresi zat organik cangkang dan menimbun kristal-kristal kalsit atau kapur. Cangkang terdiri dari tiga lapisan, yakni (Rina Hudaya, 2010):

- a. Lapisan luar tipis, hampir berupa kulit dan disebut periostracum, yang melindungi.
- b. Lapisan kedua yang tebal, terbuat dari kalsium karbonat; dan

c. Lapisan dalam terdiri dari mother of pearl, dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua.

Kandungan Cangkang Kerang : Menurut (Setyaningrum, 2009) Kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%.

Tabel 2.2 Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang

Komponen	Kadar (% berat)
CaO	66,70
SiO ₂	7,88
Fe ₂ O ₃	0,03
MgO	22,28
Al ₂ O ₃	1,25

Sumber : Shinta Marito Siregar 2009

Jenis-Jenis Kerang : Rina Hudaya (2010) mengemukakan bahwa kerang merupakan sumber bahan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena mengandung protein dan lemak. Jenis kerang yang sering menjadi konsumsi masyarakat, yaitu kerang hijau (*Mytilus viridis*), kerang darah (*Anadara granosa*), dan kerang bulu (*Anadara antiquata*).

a. Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Kerang darah (*Anadara granosa*) dan kerang Bulu (*Anadara antiquata*) adalah family arcidae dan genus Anadara. Secara umum kedua kerang ini memiliki ciri morfologi yang hampir sama. Cangkang memiliki belahan yang sama melekat

satu sama lain pada batas cangkang. Perbedaan dari kedua kerang ini adalah morfologi cangkangnya. Kerang bulu (*Anadara antiquata*) memiliki cangkang yang ditutupi oleh rambut-rambut serta cangkang tersebut lebih tipis daripada kerang darah (*Anadara granosa*).



Gambar 2.2 Kerang Bulu

Kerang bulu pada umumnya hidup di perairan berlumpur dengan tingkat kekeruhan tinggi. Klasifikasi kerang bulu adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Ordo : Arcioda

Family : Arcidae

Genus : Anadara

Spesies : *Anadara antiquate*

b. Kerang Hijau (*Mytilus viridis*)

Kerang hijau hidup di laut tropis seperti Indonesia, terutama di perairan pantai dan melekatkan diri secara tetap pada benda-benda keras yang ada disekelilingnya. Kerang ini tidak mati walaupun tidak terendam selama air laut

surut. Kerang hijau termasuk binatang lunak, mempunyai dua cangkang yang simetris, kakinya berbentuk kapak, insangnya berlapis-lapis satu dengan lainnya dihubungkan dengan cilia.



Gambar 2.3 Kerang Hijau

Klasifikasi kerang hijau adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Ordo : Filibranchia

Family : Mytilidae

Genus : Mytilus

Spesies : *Mytilus viridis*

Habitat kerang hijau belum diketahui secara merata di perairan Indonesia, namun dapat dicatat karakteristik perairan yang sesuai bagi budidaya kerang hijau antara lain suhu perairan berkisar antara 27°C – 37°C, pH air antara 3 – 4 , arus air dan angin tidak terlalu kuat dan umumnya pada kedalaman air antara 10 m-20 m. Laju pertumbuhan kerang hijau berkisar 0,7-1,0 cm/ bulan. Ukuran konsumsi yang panjangnya sekitar 6 cm dicapai dalam waktu 6-7 bulan.

c. Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Cangkang kerang darah memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Rusuk pada kedua belahan cangkangnya sangat menonjol. Cangkang berukuran sedikit lebih panjang dibanding tingginya tonjolan (umbone). Setiap belahan Cangkang memiliki 19-23 rusuk.

Dibanding kerang hijau, laju pertumbuhan kerang darah relatif lebih lambat. Laju pertumbuhan 0,098 mm/hari. Untuk tumbuh sepanjang 4-5 mm, kerang darah memerlukan waktu sekitar 6 bulan. Presentase daging terbesar dimiliki oleh *A. granosa*, yaitu sebesar 24,3%. Kerang darah memijah sepanjang tahun dengan puncaknya terjadi pada bulan Agustus/September. Hewan ini termasuk hewan berumah dua (diocis). Kematangan gonad terjadi pada saat kerang darah mencapai ukuran panjang 18-20 mm dan berumur kurang dari satu tahun. Adapun pemijahan mulai terjadi pada ukuran 20 mm.



Gambar 2.4 Kerang Darah

Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Jenis kekerangan ini menghendaki kadar garam antara 13-28g/kg, kecerahan 0,5-2,5 m, dan pH 7,5-8,4. Klasifikasi kerang darah adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Ordo : Arcioda

Family : Arcidae

Genus : Anadara

Spesies : *Anadara granosa*

2.3 Beton

Beton merupakan ikatan dari material-material pembentuk beton, yaitu terdiri dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air, dan ditambah dengan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi. (*Paul Nugraha & Antoni, 2007*).

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan tinggi yang diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia) maupun *aditif* (mineral) (*Trimulyono, 2004*)

Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah:

1. Kualitas semen yang digunakan
2. Proporsi semen terhadap campuran

3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar
7. Perawatan beton
8. Kualitas pelaksanaannya

2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibuat bermacam-macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir yang dilakukan dengan cara khusus, umpamanya *diekspose* agregatnya. Selain tahan terhadap api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan:

- Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.

- Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

2. Kekurangan :

- Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.
- Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retakan -retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

Tabel 2.3 Unsur-unsur beton

Agregat (kasar+halus)	60 % - 80%
Semen	7% - 15%
Air	14% - 21%
Udara	1% - 8%

(Sumber: Teknologi Beton, 2007)

2.3.2 Bahan Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Bila mana diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. (Kusmadi, dkk:2008).

Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut:

2.3.2.1 Semen

Semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (*Bonardo Pangaribuan, Holcim*). Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu : 1). Semen non-hidrolik, dan 2). Semen Hidrolik.

Semen non-hidrolik tidak dapat mengeras didalam air, akan tetapi dapat mengeras diudara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzolan, semen terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

a. Semen Portland

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

b. Jenis-jenis semen portland:

Sehubung dengan susunan ikatan kimianya, sifat-sifat dan tujuan penggunaannya, semen portland dibagi dalam beberapa jenis. Standar Industri Indonesia SII 0013-1977 menetapkan lima jenis (*type*) semen, yaitu:

- *Type I* adalah semen portland yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan secara umum. Untuk penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.
- *Type II* adalah semen portland yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam-garam sulfat didalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan atau beton yang berhubungan terus menerus dengan air kotor atau air tanah.
- *Type III* adalah semen portland yang mempunyai sifat yang mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau beton yang mempunyai suhu rendah terutama dinegara-negara yang beriklim dingin.
- *Type IV* adalah semen portland yang mempunyai panas hidrasi rendah, semen jenis ini pengerasan dan perkembangan kekuatannya rendah. Semen ini digunakan untuk pembuatan konstruksi beton yang berdimensi besar dan bentuknya gemuk.
- *Type V* adalah semen portland tahan sulfat, artinya tahan terhadap larutan garam sulfat didalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi yang berhubungan dengan air laut, air limbah industri, untuk bangunan yang terkena gas atau uap kimia yang agresif.

2.3.2.2 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Agregat suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa butiran atau pecahan, yang termasuk didalamnya antara lain: pasir, kerikil, agregat pecah, abu(debu) agregat.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah, dan lainnya.

Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Setelah dilakukan penambangan, bentuk agregat dipengaruhi oleh cara peledakan maupun mesin pemecah batu dan teknik yang digunakan.

Jika dikonsolidasikan butiran yang bulat akan menghasilkan campuran beton yang lebih baik bila dibandingkan dengan butiran yang pipih dan lebih ekonomis penggunaan pasta semennya.

Agregat halus adalah agregat yang ukurannya lebih kecil dari 6,35 mm, dan agregat kasar ialah agregat yang ukurannya lebih besar dari 6,35 mm. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat berkisar antara 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya sebagai pengisi, tetapi komposisinya cukup besar, agregat inipun menjadi penting.

Adapun yang dimaksud dengan agregat halus (pasir) adalah :

- Butirannya tajam, kuat dan keras
- Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
- Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam larutan 3% NaOH, cairan yang mengendap diatas tidak boleh lebih gelap dari larutan pembanding.
- Harus mempunyai variasi besar butiran (gradasi) yang baik , sehingga rongga sedikit. Mempunyai modulus kehalusan 1.5 – 3.8.

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan berlubang 4.8 mm. Jenis agregat kasar yang umum adalah sebagai berikut

- Batu pecah alami : bahan ini didapat dari batu cadas alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
- Kerikil alami : kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.
- Agregat kasar buatan : terutama berupa slag atau shale yang biasanya digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lainnya seperti blast-furnace dan lain-lain.
- Agregat untuk perlindungan nuklir dan berbobot berat : dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atau sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu adanya beton yang dapat melindungi dari sinar x, sinar gamma, dan neutron.

Gradasi Agregat dibagi menjadi 2 macam, yaitu gradasi agregat halus dan agregat kasar. Berikut penjelasannya:

- **Agregat Halus**

Keseragaman agregat halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) dari pada gradasi dari keseragaman agregat kasar karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja. Jumlah agregat halus yang melewati ayakan terkecil

mempengaruhi kelecakan, tekstur permukaan dan bleeding. Pasir dibagi kedalam 4 zona. Dalam praktik di Indonesia masih banyak digunakan 4 zona tersebut. Ada beberapa kelemahan pada penerapan zona tersebut, antara lain terjadinya pertautan umum yang salah bahwa material dapat diterima selama berada didalam batas zona padahal kurang beralasan. Modulus kehalusan zona-zona ini juga bertautan. Misalnya, zona 1 memiliki modulus kehalusan antara 4,00 – 2,71, sedangkan zona 2 3,37 sampai 2,11.

Tabel 2.4 ; Persentase lolos ayakan agregat halus

Lubang Aayakan (mm)	Persen Lewat Butir yang Lewat Aayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

- **Agregat Kasar**

ASTM mensyaratkan gradasi agregat melalui persentase berat yang melalui masing masing ayakan.

Tabel 2.5 : Persentase lolos ayakan agregat kasar

No. Aayakan	Ukuran Aayakan (mm)	% Berat melalui	
		Aayakan	Agregat Kasar

		Batas Bawah	Batas Atas
1 in	25	95	100
¾ in	19		
½ in	12,5	25	60
3/8 in	10		
No.4	5	0	10
No.8	2,5	0	5
No.16	1,2		
No.30	0,6		
N0.50	0,3		
No.100	0,15		
Dasar(pan)			

Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik, Karena variasi sulit diantisipasi, sering lebih ekonomis untuk mempertahankan keseragaman penanganan dari pada menyesuaikan proporsi untuk variasi gradasi. Makin besar diameter maksimum agregat maka semakin ekonomis. Selain itu british standard mensyaratkan gradasi agregat gabungan, yaitu untuk diameter maksimum 10, 20 dan 40 mm.

2.3.2.3 Air

Air yang digunakan adalah air bersih yang bisa diminum, air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada didalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubah menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah(*workable*).

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakkan yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini:

- Ukuran agregat maksimum : jika ukuran agregat yang digunakan besar maka kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
- Bentuk butir: jika bentuk agregat yang digunakan berbentuk bulat maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
- Gradasi agregat : bila gradasi agregatnya baik maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat, dan lumpur maka kebutuhan air meningkat.
- Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Kandungan kurang dari 1000 ppm (*parts per million*) masih di perbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm sebaiknya dihindari. Kotoran secara umum bisa menyebabkan:

- Gangguan pada hidrasi dan pengikatan

- Gangguan pada kekuatan dan ketahanan
- Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
- Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
- Bercak-bercak pada permukaan beton.

Sumber air pada penelitian ini adalah jaringan PDAM Tirtanadi yang terdapat di Laboratorium UPT.Pengujian Pengendalian Mutu Binamarga Provsu.

2.4 Absorpsi dan Kadar Air

Air yang terkandung didalam agregat akan mempengaruhi jumlah air yang akan diperlukan di dalam campuran (mix). Agregat yang basah akan membuat campuran lebih basah dan meningkatkan faktor air semen, dan sebaliknya agregat yang kering akan menyerap air campuran dan menurunkan kelecakan beton. Oleh sebab itu kandungan air pada agregat harus diketahui. Perubahan kadar air tidak hanya tergantung pada pengiriman, tapi juga pengaruh dari cuaca (misal : hujan, panas terik) dan lama penyimpanan.

Pasir yang ditumpuk dan diberikan kesempatan untuk mengering selama 16 jam akan mempunyai kadar air sekitar 5%, dalam keadaan basah antara 7 – 10%, dan memungkinkan hingga 15%. Pasir yang lembab terasa agak basah, tetapi tidak menimbulkan kebasahan ditangan. Kadar air sekitar 2% berat, pasir terasa basah dan sedikit membasahi tangan, membentuk pola ditangan. Kadar air sekitar 4% berat, pasir yang sangat basah, airnya samapai menetes ketika diangkat, semakin membasahi tangan dan tampak mengkilat.

Ada 4 kondisi kandungan air didalam agregat:

1. Kering kerontang (*bone dry – od*)

Bisa didapat dengan memasukkan agregat kedalam oven selama 24 jam pada temperataur 105 - 110° C.

2. Kering Udara (*air dry – ad*)

Bagian luar kering namun bagian dalam masih mengandung air, keadaan agregat lapangan apabila terjemur.

3. Saturated surface dry (SSD)

Ini adalah keadaan paling ideal, yaitu butir didalam sudah jenuh air (*saturated*), Namun bagian sebelah luar masih kering. Kondisi ini dipakai sebagai dasar perhitungan *mix design*.

4. Lembab (*moist atau wet*)

Selain bagian dalam jenuh air, bagian luar juga basah. Didapat dengan merendam agregat selam 24 jam.

Kadar air total adalah persentase jumlah air tersebut terhadap berat agregat kering. Kadar air bebas adalah persentase jumlah air yang diluar butir saja. Kadar air bebas dipakai sebagai dasar untuk perencanaan campuran karena agregat dianggap dalam keadaan SSD. Adanya garam akan menyebabkan korosi pada tulangan, terutama apabila kwalita betonnya jelek. Karena itu secara praktis pasir laut dilarang dipakai sebagai campuran beton.

2.5 Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Kelecekan adalah kemudahan mengerjakan beton, dimana menuang (*placing*) dan memadatkan (*compacting*) tidak menyebabkan munculnya efek negatif berupa pemisahan (*segregation*) dan pengeluaran (*bleeding*). Kemudahan

pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton maka semakin mudah pengerjaan antara lain:

a. Jumlah air pencampur

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan. Namun, jumlahnya tetap harus diperhatikan agar tidak terjadi segregasi.

b. Kandungan semen

Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai f.a.s (faktor air semen) tetap.

c. Gradasi campuran pasir-kerikil

Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi ukuran dari agregat berdasarkan hasil persentase berat yang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

d. Bentuk butiran agregat kasar Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

e. Butir maksimum.

f. Cara pemadatan dan alat pemadat.

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakkan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit dari pada jika dipadatkan dengan tangan.

2.6 Dasar Teori campuran Beton dengan Abu ampas tebu substitusi semen dan Kulit kerang substitusi Pasir

Beton dengan campuran Abu ampas tebu substitusi semen dan Kulit kerang substitusi Pasir adalah bentuk sampel beton yang dibuat dengan tujuan pemanfaatan limbah industry pabrik tebu dan industry kupas kerang. Dengan campuran Abu ampas tebu sebagai substitusi semen dalam beton dapat meningkatkan kuat tekan dalam presentasi tertentu, dan dengan campuran Kulit kerang sebagai substitusi pasir dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton dalam presentasi tertentu. Keuntungan utama dalam campuran Abu ampas tebu substitusi semen dan Kulit kerang substitusi Pasir adalah bahab yang mudah di dapatkan karena merupakan limbah industri (Ferguson, B. K, 2005).

2.7 Pengujian Beton

Kekuatan tekan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk kubus pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

- σ_b = Kuat tekan (kg/cm^2)
- P = Beban Tekan (kg)
- A = Luas Penampang (cm^2)

Pada pengujian ini menggunakan benda uji kubus berukuran 15x15 x15cm . Ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, yaitu sebagai berikut:

- Proporsi bahan-bahan penyusunnya.

- Metode perancangan.
- Perawatan
- Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Secara umum kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Beton. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Politeknik Negeri Medan (POLMED). Kegiatan diawali dengan melakukan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan persiapan dan pengujian untuk mendapatkan perhitungan desain campuran (*job mix design*). Setelah dihitung kemudian dilakukan pembuatan benda uji (*sample*), setelah itu dilakukan perawatan (*curing*) dengan perendaman dalam air. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Setelah pengujian dilanjutkan dengan menganalisa dan mengolah data-data yang diperoleh dari hasil pengujian untuk kemudian ditarik kesimpulan.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland. Agregat halus berupa pasir dari daerah Patumbak. Agregat kasar berupa split ½ dari daerah Binjai. Bahan substitusi yang merupakan limbah dari industri yaitu, kulit kerang limbah dari industri kerang kupas di bagan, precut sei tuan, Kabupaten deli serdang sebagai bahan substitusi pasir, dan abu ampas tebu limbah dari pabrik gula kuala madu, stabat, kabupaten deli serdang.

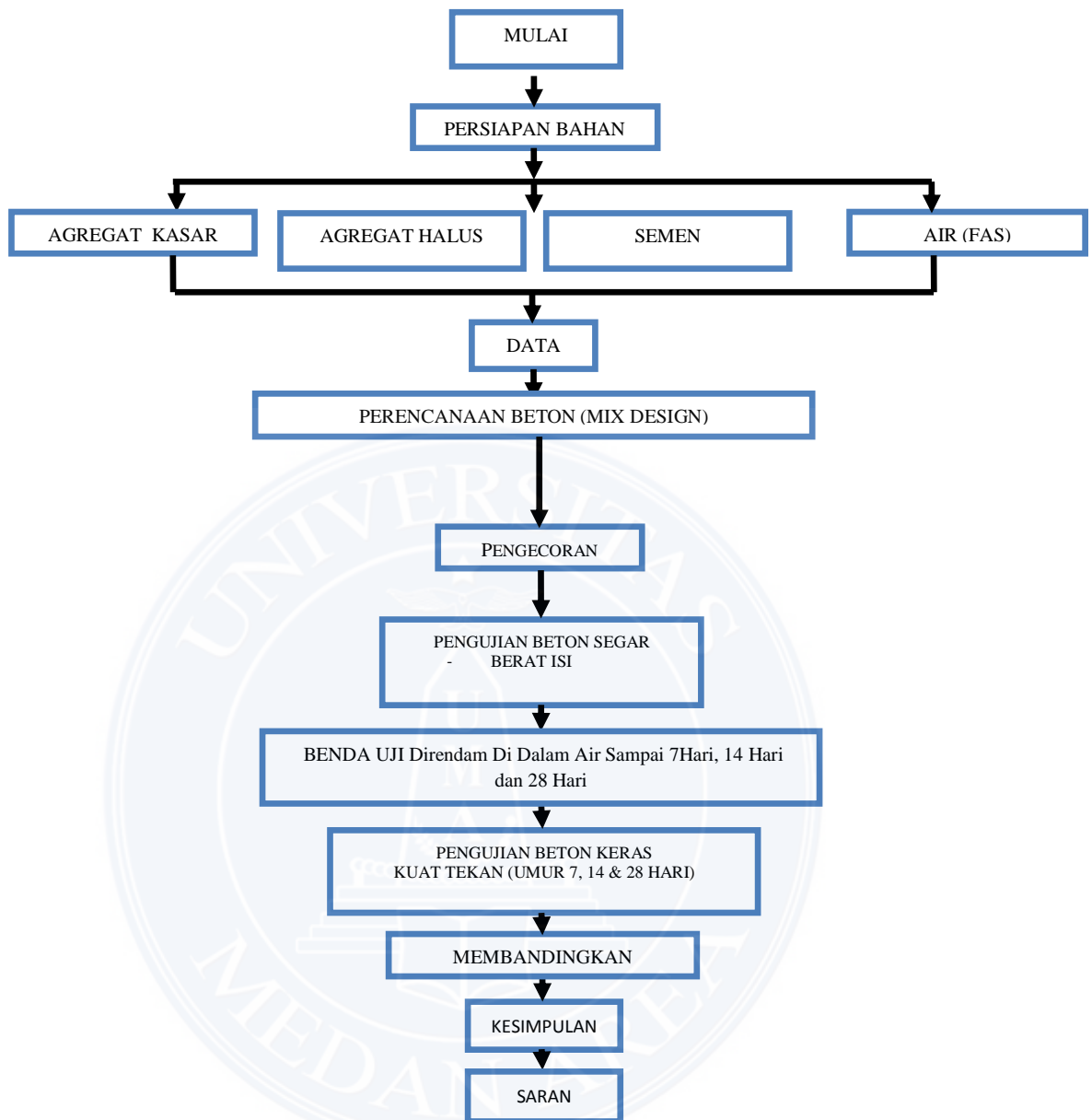
Sebelum bahan substitusi digunakan dilakukan beberapa hal sebelumnya dengan tujuan agar bahan substitusi menyerupai material yang digantikannya. Ampas tebu yang sebelumnya sudah dibakar dari pabrik hingga menjadi abu dioven dengan suhu diatas 100°C - 600°C, setelah itu didinginkan dan diayak

dengan saringan no.200 untuk mendapatkan kehalusan seperti semen. Kulit kerang sebagai pengganti pasir pertama direndam dalam air kemudian disikat hingga bersih, lalu dikeringkan dengan cara dioven selanjutnya dihaluskan dengan cara ditumbuk hingga menyerupai pasir. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap tiap-tiap material yang digunakan.

Objek dalam penelitian ini adalah beton dengan penggantian sebagian material beton yaitu abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir dengan variasi campuran 0%-0%, 2%-3%, 4%-5% dan 6%-7% untuk dilakukan pengujian kuat tekan. Sedangkan pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Secara umum urutan tahap penelitian meliputi:

- a. Penyediaan bahan-bahan penyusun beton,
- b. Pemeriksaan bahan-bahan penyusun beton,
- c. Perencanaan campuran beton (*Mix design*),
- d. Pembuatan benda uji dan berat jenis beton segar,
- e. Perawatan benda uji,
- f. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari.



Gambar. 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Persiapan Bahan dan Peralatan

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah:

1. Semen
 - Jenis : *Portland Cement (PC)*

- Tipe : I (Satu)
2. Agregat Halus
 - Jenis : Pasir Alam
 - Asal : Binjai, Sumatra Utara
 3. Agregat Kasar
 - Jenis : Batu Pecah (*split*)
 - Asal : Jalan Megawati, Binjai, Sumatra Utara
 4. Air
 - Jenis : PAM (Air Laboratorium Beton)
 - Sumber : Laboratorium Beton Politeknik Negeri Medan
 5. Bahan pengganti sebagian
 - Jenis : Abu Ampas Tebu
 - Sumber : Pabrik Gula Kuala Madu, Stabat, Deli serdang
 - Jenis : Kulit Kerang
 - Sumber : Industri kerang kupas, bagan, percut sei tuan Deli serdang

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Mesin uji tekan beton
2. Mesin adukan beton (*Molen*)
3. Cetakan Beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm
4. Satu set saringan/ayakan dengan ukuran (20 mm; 16.1 mm; 8mm; 4mm; 2mm; 1mm; 0,5 0 mm; 0,25mm; 0,125mm,PAN).
5. Satu set saringan/ayakan dengan ukuran (38,1 mm; 19,1 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30mm; 0,15 mm, PAN).
6. Mesin penggetar/vibrator

7. Kuas
8. Cawan baja
9. Spatula
10. SSD set test
11. Botol *le chatelir*
12. Oven
13. Timbangan
14. Gelas ukur
15. Krucut *Abrams* dengan ukuran diameter atas 100 ± 30 mm, diameter bawah 200 ± 30 mm, tinggi 300 ± 30 mm dan baja penumbuk.
16. Mistar
17. Cangkul, cethok dan talam
18. Alat angkut
19. Bak perawatan beton
20. Ember (wadah)

3.3 Pemeriksaan Material

3.3.1 Analisa Ayak Agregat Halus (SNI 03-1968-1990)

1. Tujuan Percobaan
 - a. Mengetahui gradasi/distribusi pasir.
 - b. Menentukan modulus kehalusan (fineness modulus) pasir.
2. Peralatan
 - a. Timbangan;
 - b. *Sieve shaker machine*
 - c. 1 set ayakan;
 - d. Oven;

e. *Sample Splitter*

3. Bahan

Pasir kering Oven sebanyak 1000 gram.

4. Prosedur percobaan

- a. Ambil pasir yang sudah kering oven ($110 \pm 5^\circ\text{C}$);
- b. Sediakan 2 (dua) sampel pasir dengan berat masing-masing 1000 gram dengan menggunakan sampel splitter.
- c. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah (9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm; dan pan).
- d. Tempatkan susunan ayakan tersebut di atas *sieve shaker machine*,
- e. Masukkan sample 1 pada ayakan yang paling atas lalu tutup rapat;
- f. kemudian nyalakan mesin selama 5 menit.
- g. Setelah 5 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing masing ayakan tersebut.
- h. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.

5. Rumus

$$FM = \frac{\sum \% \text{kumulatif tertahan ayakan}}{100} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

FM = *Fineness Modulus*

Derajat kehalusan (kekerasan) suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan (*Fineness*) dengan batasan-batasan sebagai berikut :

- Pasir Halus : $2,20 < FM < 2,60$
- Pasir Sedang : $2,60 < FM < 2,90$
- Pasir Sedang : $2,90 < FM < 3,20$

Pasir dengan FM tersebut dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

6. Hasil percobaan

Modulus kehalusan pasir (FM) = 2,41

Pasir dapat dikategorikan pasir halus

Agregat zona 2

Pasir dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

3.3.2 Analisa Ayak Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

1. Tujuan Percobaan

- a. Mengetahui gradasi/distribusi kerikil
- b. Menentukan modulus kehalusan (fineness modulus) kerikil.

2. Peralatan

- a. 1 set ayakan
- b. *Sieve shaker machine*
- c. Timbangan
- d. Sampel splitter
- e. Sekop

3. Bahan

Kerikil sebanyak 2000 gram

4. Prosedur percobaan

- a. Sediakan 2 (dua) sampel kerikil dengan berat masing-masing 2000 gram dengan menggunakan sampel splitter.
- b. Masukkan kerikil kedalam ayakan yang telah disusun sesuai dengan urutannya (38,1 mm; 19,1 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30mm; 0,15 mm dan pan).

- c. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *sieve shaker machine*, kemudian nyalakan mesin selama 10 menit.
- d. Setelah 10 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing masing ayakan tersebut.
- e. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.

5. Rumus

$$FM = \frac{\Sigma \%kumulatif\ tertahan\ ayakan}{100} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

FM = Fineness Modulus

Batasan modulus kehalusan kerikil: $5,5 < FM < 7,5$

Kerikil dengan FM tersebut dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

6. Hasil percobaan

Modulus kehalusan pasir (FM) = 7,33

Kerikil dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

3.3.3. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)

1. Tujuan Percobaan

- a. Menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD agregat halus (pasir).
- b. Menentukan penyerapan (absorpsi) agregat halus (pasir).

2. Peralatan

- a. Timbangan;
- b. Mould dan batang perojok;
- c. oven;

- d. Piktometer;
 - e. Talam/Pan;
 - f. Kain lap.
 - g. Ember.
3. Bahan
- a. Pasir.
 - b. Air.
4. Prosedur percobaan
- a. Sediakan pasir secukupnya;
 - b. Rendam pasir tersebut dalam suatu wadah dengan air selama 24 jam;
 - c. pasir tersebut didinginkan hingga tercapai kondisi kering permukaan;
 - d. untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD adalah sebagai berikut :

Masukkan pasir kedalam mould 1/3 tinggi lalu dirojok sebanyak 25 kali. kemudian masukkan pasir kedalam mould hingga ketinggian 2/3 tinggi lalu dirojok sebanyak 25 kali. kemudian isi sampai penuh dan rojok 25 kali. setelah itu mould diangkat perlahan, Apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya (tidak keseluruhannya) berarti pasir dalam kondisi SSD;
 - e. sediakan pasir dalam kondisi SSD dalam 2 bagian, masing-masing seberat 500 gram. Bagian pertama dimasukkan kedalam oven dan dikeringkan selama 24 jam. Bagian ke 2 dimasukkan kedalam piknometer kemudian di isi dengan air, lalu kemudian di guncang-guncang berulang dengan maksud agar udara di dalam pasir keluar.
- Hal ini ditandai dengan keluarnya buih dari pasir. Buih yang keluar tersebut dibuang dengan cara mengisi piknometer sampai air melimpah dari leher piknometer tersebut.

pengisian air dilakukan dengan cara perlahan-lahan, setelah udara tidak ada lagi hingga air sampai batas air;

- f. Timbang piknometer + air + pasir;
- g. Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas air maksimal;
- h. Timbang berat piknometer + Air;
- i. Untuk pasir yang diovenkan, setelah kering dilakukan penimbangan.
- j. Ulangi prosedur percobaan diatas untuk sampel kedua.

5. Rumus

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B+500-C} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{B+500-C} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B+A-C} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$\text{Absorpsi (\%)} = \frac{500-A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana:

A = Berat agregat halus dalam keadaan kering (gr)

B = Berat piknometer berisi air (gr)

C = Berat piknometer berisi pasir dan air (gr)

6. Hasil percobaan

Berat jenis kering	= 2,476
Berat jenis SSD	= 2,545
Berat jenis semu	= 2,658
absorpsi	= 2,775%

3.3.4. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)

1. Tujuan Percobaan
 - a. Menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD agregat kasar.
 - b. Menentukan penyerapan (absorpsi) agregat kasar.
2. Peralatan
 - a. Timbangan.
 - b. Saringan ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm serta pan.
 - c. Kain lap.
 - d. Oven.
 - e. Ember.
3. Bahan
 - a. Kerikil.
 - b. Air.
4. Prosedur percobaan
 - a. Kerikil diayak dengan ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm. Kerikil yang akan digunakan adalah kerikil yang lolos ayakan 19,1 mm dan tertahan pada ayakan 4,76 mm kemudian timbang seberat ± 3 kg;
 - b. Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam;
 - c. Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan menggunakan kain lap;
 - d. Siapkan kerikil sebanyak 2 x 1250 gram untuk dua sampel;
 - e. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada *dunagan test set* sampai jarum menunjukkan setimbang pada saat air dalam kondisi tenang;

- f. Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD kedalam keranjang yang berisi air;
- g. Timbang berat air + Kerikil + keranjang;
- h. Keluarkan kerikil lalu dikeringkan didalam oven selama 24 jam;
- i. Timbang berat kerikil yang telah di ovenkan;
- j. Ulangi prosedur diatas untuk sampel kedua.

5. Rumus

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B-C} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{B}{B-C} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A-C} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\text{Absorpsi (\%)} = \frac{B-A}{A} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana:

A = Berat agregat dalam keadaan kering

B = Berat agregat dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*)

C = Berat agregat dalam air

6. Hasil percobaan

Berat jenis kering = 2,647

Berat jenis SSD = 2,662

Berat jenis semu = 2,687

absorpsi = 0,523%

3.3.5. Pengujian Kadar Organik Pada Pasir (*Colorimetric*) (SNI 03-2816-1992)

1. Tujuan Percobaan

Mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus.

2. Peralatan

- a. Botol gelas tembus pandang dengan penutup karet kapasitas 350 ml.
- b. Gelas ukur kapasitas 1000 ml;
- c. Timbangan;
- d. Mistar;
- e. Standar warna Galdner;
- f. Sendok pengaduk;
- g. Sampel splitter;

3. Bahan

- a. Pasir kering oven lolos ayakan Ø 4,75 mm;
- b. NaOH padat;
- c. Air;

4. Prosedur Percobaan

- a. Sediakan pasir secukupnya dengan menggunakan sampel splitter sehingga terbagi seperempat bagian;
- b. sampel dimasukkan ke dalam botol gelas setinggi \pm 3 cm dari dasar botol;
- c. Sediakan larutan NaOH 3% dengan cara mencampur 12 gram Kristal NaOH kedalam 388 ml air menggunakan gelas ukur. Aduk hingga Kristal NaOH larut.

- d. Masukkan larutan tersebut sampai setinggi larutan ± 2 cm dari permukaan pasir (tinggi pasir + larutan = 5 cm);
- e. Larutan diaduk menggunakan sendok pengaduk selama 7 menit;
- f. Botol gelas ditutup rapat menggunakan penutup karet dan diguncang-guncang pada arah mendatar selama 8 menit;
- g. campuran didiamkan selama 24 jam.
- h. Bandingkan perubahan warna yang terjadi selama 24 jam dengan standar warna Gardner.

5. Rumus / standar

Pengelompokkan standar warna Gardner adalah sebagai berikut :

- a. standar warna no. 1 : Berwarna bening/jernih;
- b. standar warna no. 2 : Berwarna kuning muda;
- c. standar warna no. 3 : Berwarna Kuning tua;
- d. standar warna no. 4: Berwarna kuning kecoklatan;
- e. standar warna no. 5 : Berwarna Coklat;

Perubahan warna yang diperbolehkan menurut standar warna Gardner adalah standar warna no.3. Jika perubahan warna yang terjadi melebihi standar warna no.3 maka, pasir tersebut mengandung bahan organik yang banyak dan harus dicuci dengan larutan NaOH 3% kemudian bersihkan dengan air.

6. Hasil Percobaan

Warna kuning terang (standar warna no.3), pasir memenuhi persyaratan.

3.3.6. Kadar Air Pada Agregat (SNI 03-1971-1990)

1. Tujuan Percobaan

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

2. Peralatan

- a. Oven;
- b. Talam;
- c. Timbangan.

3. Bahan

- a. Kerikil.

4. Prosedur Percobaan

- a. Ambil pasir dan kerikil dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 500 gram;
- b. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ selama 24 jam hingga berat tetap;
- c. Timbang berat kerikil tersebut;

5. Rumus

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana:

A = Berat kerikil asli dari lapangan (gram)

B = Berat kerikil kering oven (gram)

6. Hasil Percobaan

Kadar air pasir = 2,99%

Kadar air kerikil = 0,45%

3.3.7 Berat Isi Pasir (SNI 03-4804-1998)

1. Tujuan Percobaan

Menentukan nilai berat isi agregat halus (pasir).

2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
- b. Batang perojok;
- c. Timbangan;
- d. Sekop;
- e. Termometer.

3. Bahan

- a. Pasir lolos saringan \emptyset 4,75 mm dalam keadaan kering oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- b. Air.

4. Prosedur Percobaan

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil pasir yang kering oven $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ dan isikan kedalam bejana dengan cara penyiraman dengan menggunakan sekop setinggi ± 5 cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan pasir setinggi permukaan bejana besi.
- c. Timbang bejana besi;
- d. Keluarkan pasir dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;

- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama. 5.

Rumus

$$P = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana:

P = berat isi (kg/m^3)

M = berat (kg)

V = volume (m^3)

6. Hasil Percobaan

Di dapat hasil yaitu = 1552,38 kg/m^3

3.3.8 Berat Isi Kerikil (SNI 03-4804-1998)

1. Tujuan Percobaan

Mengetahui nilai berat isi lepas dan berat isi padat agregat kasar.

2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
- b. Batang perojok;
- c. Timbangan;
- d. Sekop;
- e. Termometer.

3. Bahan

- a. Kerikil kering oven;

b. Air.

4. Prosedur Percobaan

A. Dengan cara padat (merojok)

Cara padat (merojok) dibedakan atas :

- a. Cara merojok, dilakukan untuk agregat dengan ukuran $\varnothing \leq 40$ mm;
- b. Cara membanting/mengguncang, yang dilakukan untuk agregat dengan ukuran $40 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 100$ mm;

Prosedur percobaannya sebagai berikut:

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil kerikil yang kering oven (110 ± 5)° C dan isikan kedalam bejana sampai 1/3 tinggi bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan. Isikan 1/3 tinggi bejana lagi sehingga menjadi 2/3 tinggi bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan. Lalu, isi bejana sampai penuh dan kemudian dirojok kembali sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan dan permukaan kerikil diratakan setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan kerikil;
- d. Keluarkan kerikil dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.

B. Dengan cara longgar

Cara longgar, dilakukan untuk agregat dengan ukuran $\varnothing \geq 100$ mm

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil kerikil yang kering oven (110 ± 5)°C dan isikan kedalam bejana dengan cara menyiram dengan menggunakan sekop setinggi ± 5 cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan kerikil setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan kerikil;
- d. Keluarkan kerikil dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.

5. Rumus

$$P = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana:

P = berat isi (kg/m³)

M = berat (kg)

V = volume (m³)

6. Hasil Percobaan

Dengan cara longgar = 1339,39 kg/m³

Dengan cara merojok = 1467,97 kg/m³

3.3.9 Berat Isi Abu Ampas Tebu (SNI 03-4804-1990)

1. Tujuan Percobaan

Mengetahui nilai berat isi lepas dan berat isi padat Abu Ampas Tebu.

2. Peralatan
 - a. Bejana baja berbentuk silinder;
 - b. Batang perojok;
 - c. Timbangan;
 - d. Sekop;
 - e. Termometer.

3. Bahan
 - a. Abu Ampas Tebu lolos saringan no.200 dalam keadaan kering oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$;
 - b. Air.

4. Prosedur Percobaan
 - a. Timbang bejana besi;
 - b. Ambil Abu Ampas Tebu kering oven $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ dan isikan kedalam bejana dengan cara penyiraman dengan menggunakan sekop setinggi ± 5 cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan Abu Ampas Tebu setinggi permukaan bejana besi.
 - c. Timbang bejana besi;
 - d. Keluarkan Abu Ampas Tebu dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
 - e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama. 5.

Rumus

$$P = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana:

P = berat isi (kg/m³)

M = berat (kg)

V = volume (m³)

6. Hasil Percobaan

Di dapat hasil yaitu = 1000,38 kg/m³

3.3.10 Berat Isi Kulit Kerang

1. Tujuan Percobaan

Menentukan nilai berat isi Kulit Kerang.

2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
- b. Batang perojok;
- c. Timbangan;
- d. Sekop;
- e. Termometer.

3. Bahan

- a. Kulit Kerang lolos saringan Ø 4,75 mm dalam keadaan kering oven dengan suhu (110±5)°C;
- b. Air.

4. Prosedur Percobaan

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil Kulit Kerang yang sudah di haluskan, kering oven (110 ± 5)°C dan isikan kedalam bejana dengan cara penyiraman dengan menggunakan sekop setinggi ± 5 cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan Kulit Kerang setinggi permukaan bejana besi.
- c. Timbang bejana besi;
- d. Keluarkan Kulit Kerang dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama. 5.

Rumus

$$P = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana:

P = berat isi (kg/m^3)

M = berat (kg)

V = volume (m^3)

6. Hasil Percobaan

Di dapat hasil yaitu = 1250,38 kg/m^3

3.3.11. Kadar Air Pada Abu Ampas Tebu

1. Tujuan Percobaan

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh Abu Ampas Tebu.

2. Peralatan

- a. Oven;
- b. Talam;
- c. Timbangan.

3. Bahan

- a. Abu Ampas Tebu.

4. Prosedur Percobaan

- a. Ambil Abu Ampas Tebu dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 100 gram;
- b. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ$ selama 24 jam hingga berat tetap;
- c. Timbang berat Abu Ampas Tebu tersebut;

5. Rumus

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana:

A = Berat Abu Ampas Tebu asli dari lapangan (gram)

B = Berat Abu Ampas Tebu kering oven (gram)

6. Hasil Percobaan

Kadar air Abu Ampas Tebu = 0,99%

3.3.12. Kadar Air Pada Kulit Kerang

1. Tujuan Percobaan

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh Kulit Kerang.

2. Peralatan

- a. Oven;
- b. Talam;
- c. Timbangan.

3. Bahan

- a. Kulit Kerang.

4. Prosedur Percobaan

- b. Ambil Kulit kerang dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 500 gram;
- c. Masukkan ke dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}$ selama 24 jam hingga berat tetap;
- d. Timbang berat Kulit Kerang tersebut;

5. Rumus

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana:

A = Berat Kulit Kerang asli dari lapangan (gram)

B = Berat Kulit Kerang kering oven (gram)

6. Hasil Percobaan

Kadar air Kulit Kerang = 0,90%

3.3.13 Pemeriksaan Kadar lumpur (Pencucian pasir lewat ayakan no.200)

1. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar lumpur pada pasir.

2. Peralatan

- a. Ayakan no.200;
- b. Oven;
- c. Timbangan;
- d. Pan.

3. Bahan

- a. Pasir kering oven;
- b. Air.

4. Prosedur percobaan

- a. Ambil benda uji atau agregat halus dari lapangan.
- b. sediakan 2 (dua) sample pasir sebanyak masing-masing 500 gram dalam keadaan kering oven;
- c. Masukkan benda uji kedalam wadah dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- d. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan agregat halus tidak ikut tertuang.
- e. Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.

- f. Selain cara diatas, perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no.16 dan no.200. Kemudian cuci benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
- g. Semua bahan yang tertahan diatas saringan no.16 dan no.200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- h. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya (W2).

5. Rumus

$$KL = \frac{BM-BK}{BM} \times 100 \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana:

KL = Kadar lumpur agregat (%)

BM = Berat sampel mula-mula

BK = Berat sampel setelah dikeringkan selam 24 jam

- Pasir yang memenuhi persyaratan dan layak untuk digunakan, bila kadar lumpur kerikil <5%.

6. Hasil penelitian

- Kadar lumpur pasir rata-rata = 0,5% (pasir memenuhi persyaratan dan layak digunakan).

3.3.14 Pemeriksaan Kadar lumpur (Pencucian kerikil ayakan no.200)

1. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar lumpur pada kerikil.

2. Peralatan

- a. Ayakan no.200;
- b. Oven;

- c. Timbangan;
 - d. Pan.
3. Bahan
- a. Kerikil kering oven;
 - b. Air.
4. Prosedur percobaan
- a. Ambil benda uji atau agregat kasar dari lapangan.
 - b. Masukkan benda uji kedalam wadah dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
 - c. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan agregat kasar tidak ikut tertuang.
 - d. Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
 - e. Selain cara diatas, perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no.16 dan no.200. Kemudian cuci benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
 - f. Semua bahan yang tertahan diatas saringan no.16 dan no.200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
 - g. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya (W_2).
5. Rumus

$$KL = \frac{BM - BK}{BM} \times 100 \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana:

KL = Kadar lumpur agregat (%)

BM = Berat sampel mula-mula

BK = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam

- Kerikil yang memenuhi persyaratan dan layak untuk digunakan, bila kadar lumpur kerikil <1%.

6. Hasil penelitian

- Kadar lumpur batu pecah rata-rata = 0,5% (batu pecah memenuhi persyaratan dan layak digunakan).

3.3.15 Pemeriksaan Kadar Liat (Clay Lump)

1. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar liat pada Pasir.

2. Peralatan

- Ayakan no.200;
- Oven;
- Timbangan;
- Pan.

3. Bahan

- Pasir sisa pengujian kadar lumpur
- Aquades;
- Air.

4. Prosedur percobaan

- Ambil benda uji atau agregat halus dari lapangan.
- Pasir untuk percobaan kadar lumpur sebanyak 2 (dua) sampel dengan berat kering setelah pencucian lumpur sebagai berat awal direndam dalam aquades selama 24 jam.

- c. Setelah direndam ± 24 jam aquades dibuang dengan hati-hati agar jangan ada pasir yang ikut terbang.
- d. Tuangkan pasir dalam ayakan no.200 dan dicuci di bawah kran sambil diremas-remas selama ± 5 menit.
- e. Pasir hasil pencucian dituang ke dalam pan dikeringkan dalam oven bersuhu $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- f. Pasir kering hasil pengovenan kemudian di keluarkan.
- g. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya (W_2).

5. Rumus

$$\% \text{ Kadar Liat} = \frac{A-B}{A} \times 100 \dots\dots\dots (3.17)$$

Dimana:

A = Berat pasir mula-mula (sisa pencucian kadar lumpur)

B = Berat pasir setelah di oven.

6. Hasil penelitian

- Kadar Liat rata-rata = 0,71% (pasir memenuhi syarat untuk dipakai dalam campuran beton).

3.3.16 Pemeriksaan Keausan (SNI 03-2417-1991)

1. Tujuan percobaan.

Untuk mengetahui daya tahan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles.

2. Peralatan

- a. Mesin Los Angeles;
- b. Oven;

- c. Pan;
- d. Ayakan no.12 (1,68 mm)
- e. Timbangan;
- f. Peluru pengaus.

3. Bahan

- a. Air;
- b. Kerikil (gradasi A3), terdiri dari kerikil lolos $\phi 37,5$ mm tertahan $\phi 25$ mm dan lolos $\phi 25$ mm tertahan $\phi 19$ mm.

4. Prosedur Percobaan

- a. Timbang sampel bergradasi A3 dengan sebanyak 5000 ± 25 gram;
- b. Masukkan peluru sebanyak 12 buah dan sampel kerikil kedalam mesin Los Angeles;
- c. Tutup dan kunci mesin Los Angeles;
- d. Putar mesin untuk 1000 kali putaran selama ± 25 menit;
- e. Sampel dikeluarkan dari mesin lalu diayak dengan ayakan $\phi 1,68$ mm;
- f. Kerikil yang tertahan pada ayakan tersebut dicuci hingga bersih kemudian dioven selama ± 24 jam;
- g. Setelah ± 24 jam, keluarkan sampel kemudian timbang.

5. Rumus

$$\% \text{ Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.18)$$

Dimana;

A = Berat awal

B = Berat akhir

Agregat kasar yang baik digunakan untuk konstruksi, bila persentase keausan < 50 %.

6. Hasil Percobaan

Persentase keausan sampel sebesar 17,7% (agregat kasar tersebut baik untuk konstruksi).

3.3.17 Berat isi (unit weight)

1. Tujuan Percobaan :

Untuk menentukan berat isi (unit weight) beton segar (fresh concrete) serta banyaknya semen per meter kubik beton.

2. Peralatan :

- a. Tabung silinder
- b. Timbangan kapasitas 25 kg, dengan ketelitian 0,1 gram
- c. Skop baja
- d. Tongkat pemadat diameter 16 mm panjang 600 mm
- e. Mistar Perata
- f. Mistar Pengukur

3. Bahan:

Contoh beton segar sebanyak-banyaknya sama dengan kapasitas takaran.

4. Prosedur Percobaan :

- a. Siapkan peralatan seperti yang tercantum diatas.
- b. Timbang tabung silinder A (gram).
- c. Ukur volumenya.
 - Pengukuran volume, dapat dengan cara diukur atau diisi dengan air.

- Dengan cara di isi air: Letakkan tabung diatas timbangan yang datar. Masukkan air kedalam tabung sampai penuh, lalu catat beratnya B (gram).
- Volume tabung dapat dihitung dengan cara mengkonversi berat air dengan berat isi air (=1 kg/liter)
- Volume tabung = B – A (liter)

d. Untuk pemadatan dengan tongkat pemadat lakukan sebagai berikut :

- Masukkan beton segar kedalam tabung dalam tiga lapisan yang sama volumenya. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
- Padatkan secara dengan tongkat pemadat secara saling silang
- Pada lapis pertama pemadatan sampai lapis bawah, tapi jangan sampai dasar tabung, pada lapis kedua dan ketiga, tongkat pemadat harus masuk sedalam 25 mm pada lapisan dibawahnya.

e. Ratakan permukaan tabung dengan mistar perata, lalu timbang .

5. Perhitungan :

$$\text{BERAT ISI} = \frac{C - A}{B - A} \text{ Gram / liter atau Kg / liter}$$

$$\text{Koreksi} = \frac{\text{Berat isi beton perencanaan}}{\text{Berat isi beton pelaksanaan}}$$

3.4 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perancangan campuran adukan Beton, adalah kajian dan pelaksanaan tentang Mix Design adukan beton berdasarkan coba-coba (Eksperimental) , SNI, ACI, dan ROAD NOTE No.4, sehingga kebutuhan bahan dapat dianalisis secara pasti.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI T-15-1990-03:

a. Penetapan kuat tekan beton

Kuat tekan beton yang disyaratkan/direncanakan ditentukan dengan kuat tekan pada beton umur 28 hari (f_c).

b. Penetapan nilai deviasi standar (s)

Deviasi standar ditetapkan berdasarkan atas tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya. Semakin baik mutu pelaksanaan makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai ini biasanya didasarkan atas hasil pengalaman praktek pelaksanaan pada waktu yang lalu, untuk pembuatan beton dengan mutu yang sama, dan menggunakan bahan-bahan dasar yang sama pula.

1. Jika pelaksana mempunyai catatan data hasil pembuatan beton serupa pada masa yang lalu, persyaratan jumlah data hasil pengujian minimum adalah 30 buah. Satu data hasil pengujian kuat tekan rata-rata diambil dari pengujian kuat tekan dua kubus yang dibuat dari contoh beton yang sama dan pengujian pada umur 28 hari atau umur lain yang ditetapkan.
2. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji, dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor perkalian, seperti pada tabel 3.1

Tabel. 3.1 Faktor perkalian deviasi standar

Jumlah data	≥ 30	25	20	15	< 15
Faktor perkalian	1.00	1,03	1,08	1,16	Tidak boleh

Sumber : Wuryati samekto, 2001

3. Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan/pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil pengujian kurang dari 15 buah), nilai margin dapat langsung diambil 12 Mpa.

Tabel.3.2 Nilai deviasi standar

Tingkat pengendalian mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa kendali	8.4

Sumber: Wuryati samekto, 2001

4. Penetapan nilai tambah (margin = m)

Jika nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar yang dipilih, margin dapat dihitung dengan rumus:

$$m = k \times s$$

dimana : m = Nilai tambah dalam Mpa

k = konstanta yang besarnya 1.64

s = Deviasi standar dalam Mpa

c. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

Kuat tekan beton rata-rata yang hendak dicapai (direncanakan) diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

dimana : f'_c = Kuat tekan rata-rata (Mpa)

f'_{cr} = Kuat tekan yang disyaratkan (Mpa)

m = Nilai tambah (Mpa)

d. Penetapan jenis semen yang digunakan

e. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat yang akan digunakan ditetapkan apakah menggunakan kerikil alam ataukah batu pecah (crushed aggregate).

f. Penetapan faktor air semen

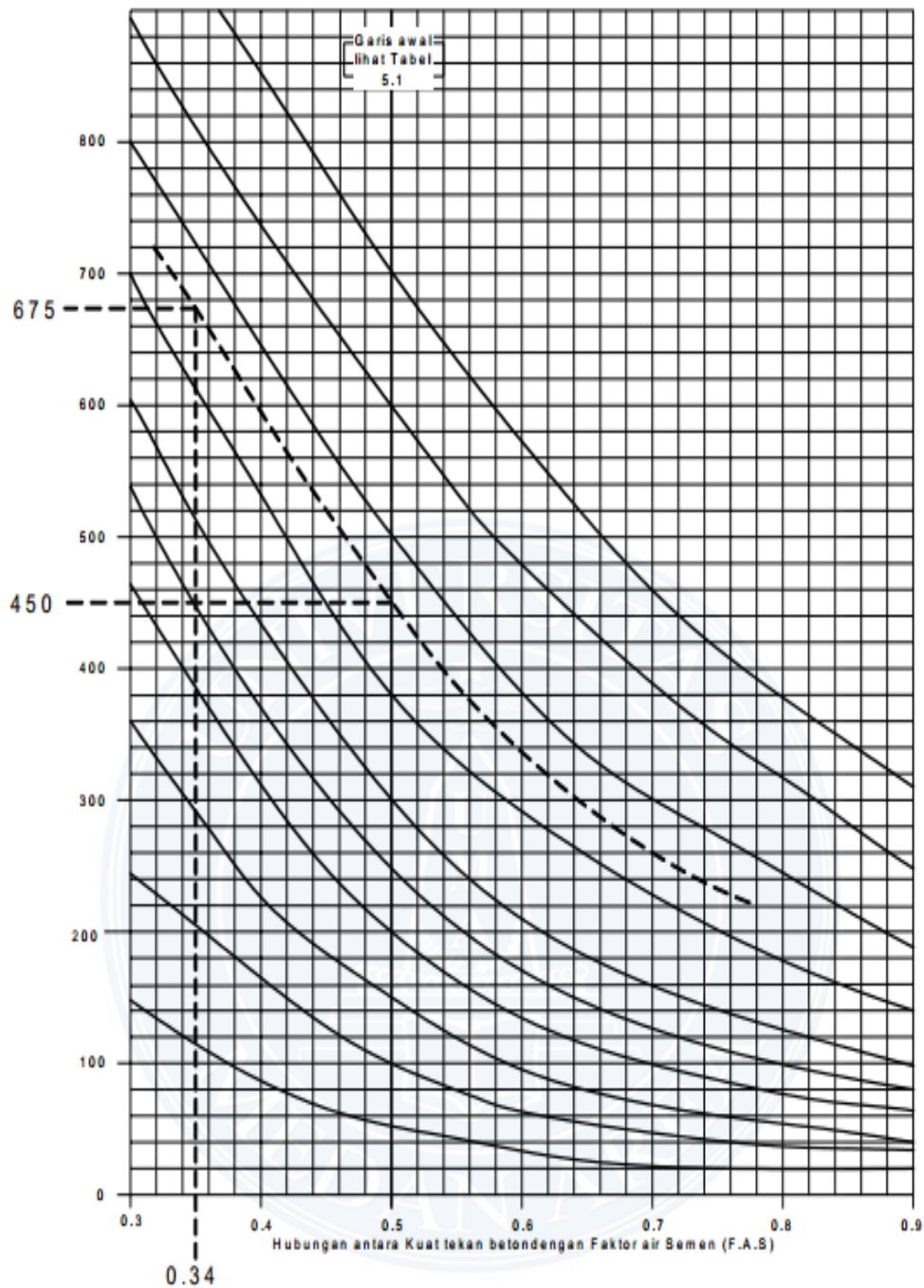
Berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar dan kuat tekan rata-rata silinder dan kubus beton yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan Tabel 3.3 dan gambar 3.1 dan gambar 3.2.

Tabel.3.3 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air-Semen,dan Agregat Kasar yang Biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (Mpa) pada umur (hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	91	
Semen Portland Type I	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Type III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Langkah penetapannya dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Tentukan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan tabel 3.3 sesuai dengan semen dan agregat yang dipakai.
- Pada gambar 3.1 dan gambar 3.2, grafik untuk benda uji berbentuk silinder atau kubus dilakukan penarikan garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada tabel 3.3.
- Tarik garis lengkung secara profesional.
- Tarik garis mendatar melalui kuat tekan beton yang akan direncanakan sampai memotong kurva yang baru ditentukan.
- Tarik garis tegak lurus ke bawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan.



Grafik hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (FAS)
(Teknologi Beton, Trimulyono, 2003)

Gambar 3.2 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

Sumber : SNI 03-2834-1993

g. Penetapan FAS maksimum

Penetapan nilai faktor semen (FAS) maksimum dilakukan dengan tabel 3.4. Jika nilai faktor air semen ini lebih rendah dari pada nilai faktor air semen dari langkah g, maka nilai faktor air semen maksimum ini yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 3.4 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dan lingkungan Khusus

Jenis konstruksi	Jumlah semen Min/m ³ (kg)	Nilai FAS maksimum
Beton didalam ruangan bangunan		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52
Beton diluar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0.60
Beton yang masuk kedalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	375	0.52
Beton yang terus-menerus b erhubungan dengan air		
a. Air Tawar	275	0.57
b. Air Laut	375	0.52

Sumber: Wuryati samekto, 2001

h. Menentukan slump

Harga slump dapat ditentukan sebelumnya atau tidak ditentukan. Penetapan nilai slump dilakukan dengan mempertimbangkan atas dasar pelaksanaan pembuatan, cara mengangkut (alat yang digunakan), penuangan (pencetakan), pemadatan, maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan aduk beton dengan menggunakan pipa yang dipompa dengan tekanan, membutuhkan nilai slump yang tinggi; sedang pemadatan yang

menggunakan alat getar (*triller*) dapat dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil.

Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel 3.5.

Tabel.3.5 Penetapan nilai slump

Pemakaian	Nilai Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

Sumber : Wuryati samekto,2001

i. Menetapkan ukuran agregat maksimum

Pada beton normal ada 3 pilihan besar butir maksimum, yaitu 40 mm, 20 mm, atau 10 mm. Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut:

- $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih minimum antar baja tulangan atau berkas baja tulangan.
- $\frac{1}{3}$ kali tebal pelat
- $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antar sisi cetakan

j. Menetapkan kadar air bebas atau banyaknya air yang diperlukan penetapan per meter kubik beton

Untuk menetapkan banyaknya air yang diperlukan untuk setiap meter kubik beton, dapat dicari dengan menggunakan tabel 3.6 dengan cara sebagai berikut:

1. Jika agregat kasar yang digunakan dari jenis yang berbeda, misalnya kerikil alam dan kerikil dari batu pecah dapat ditentukan banyaknya air yang diperlukan (Tabel 3.6)

Tabel.3.6 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton

Besarnya ukuran maks, agregat	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180

(mm)					
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber : Wuryati samekto, 2001

k. Menetapkan berat semen yang diperlukan

Berat semen per m^3 beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah k) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah g dan h.

l. Kadar semen maksimum

Jika kadar semen maksimum tidak diperlukan, dapat diabaikan.

m. Penentuan kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus. Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 3.4.

n. Faktor air semen yang disesuaikan

Jika kadar semen berubah karena lebih kecil daripada kadar semen minimum yang ditetapkan atau lebih besar daripada kadar semen maksimum yang disyaratkan, faktor air semen harus diperhitungkan kembali menurut kadar semen yang berlaku.

o. Penentuan berat jenis beton

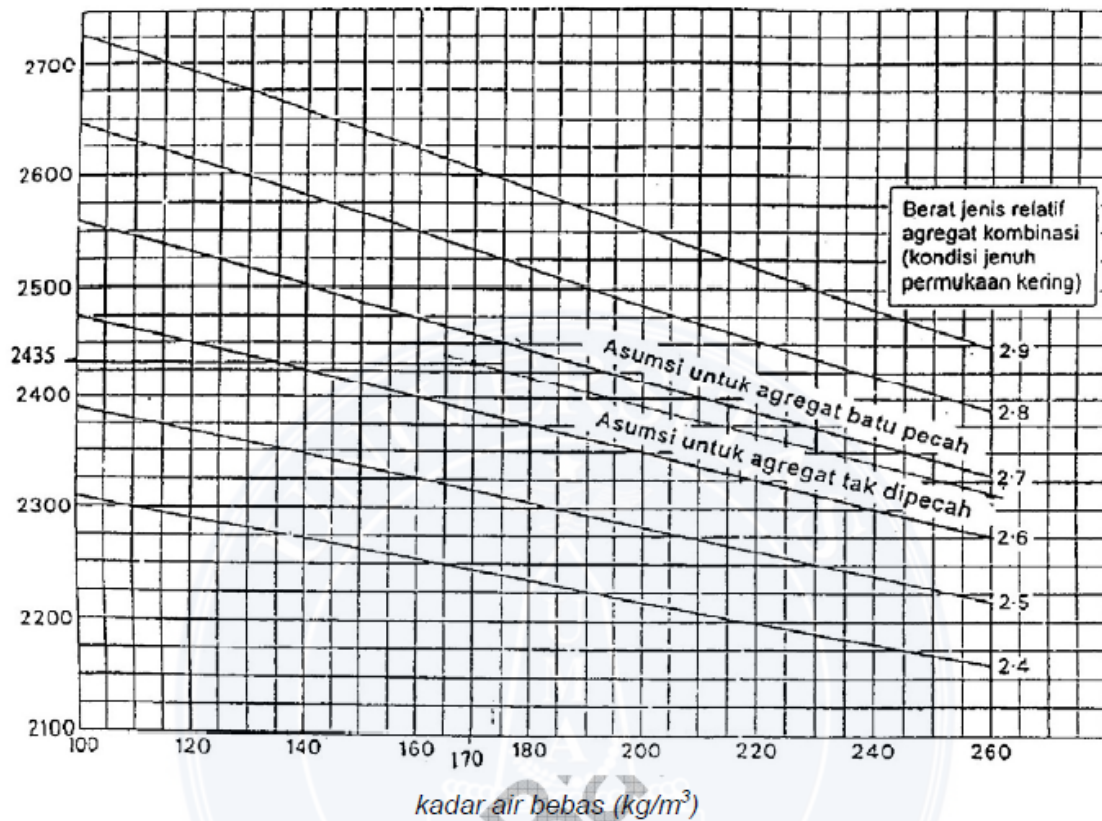
Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah r dan kebutuhan air tiap m^3 beton, maka dengan gambar 3.5 dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

Caranya adalah sebagai berikut:

1. Dari berat jenis agregat campuran dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat pada gambar 3.5.
2. Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah k dimasukkan kedalam sumbu horizontal pada gambar 3.5, kemudian dari titik ini ditarik garis vertikal keatas sampai mencapai garis miring yang dibuat pada cara sebelumnya diatas.

3. Dari titik potong ini ditarik garis horizontal kekiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton.

SNI 03-2834-1993



Gambar 3.3 Grafik perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan
Sumber : SNI 03-2834-1993

p. Menentukan kebutuhan agregat gabungan

Kebutuhan agregat gabungan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Bag = BJb - BS - BA$$

Dimana : Bag = Berat agregat gabungan

BJb = Berat Jenis beton

BS = Berat semen

BA = Berat Air

q. Menentukan kadar agregat halus

Agregat halus yang diperlukan untuk setiap meter kubik beton adalah hasil kali jumlah agregat gabungan yang didapat pada langkah (s) dengan persentase kadar pasir yang didapat pada langkah (p) setelah dikoreksi dengan fraksi lolos yang terdapat dalam agregat kasar.

r. Kadar agregat kasar

Kadar agregat kasar dapat dihitung dengan cara mengurangi kadar agregat gabungan dengan kebutuhan agregat halus. Jadi, hasil langkah (s) dikurangi hasil langkah (t).

Jika agregat dalam keadaan basah, perhitungan koreksi dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Kadar semen tetap = A

Air = B - (Cm - Ca) x C/100 - (Dm - Da) x D/100

Agregat halus = C + (Cm - Ca) x C/100

Agregat kasar = D + (Dm - Da) x D/100

Dimana :

A = Kadar semen yang ditentukan (kg/m^3)

B = Kadar air yang ditentukan (liter/m^3)

C = Kadar pasir yang ditentukan (kg/m^3)

D = Kadar kerikil / batu pecah yang ditentukan (%)

Ca = Kadar air pada agregat halus jenuh kering muka (penyerapan air) (%)

Cm = Kadar air pasir alam saat pengadukan beton (%)

Dm = Kadar air kerikil / batu pecah alam saat pengadukan beton (%)

penelitian ini sendiri menggunakan metode Eksperimental, dikarenakan menggunakan material Abu ampas tebu dan kulit kerang, Kriteria dasar perancangan beton dengan menggunakan metode adalah kekuatan tekan dan hubungan dengan faktor air semen. Dari hasil perhitungan *mix design* tersebut diperoleh untuk campuran beton sebagai berikut:

Tabel 3.7 Campuran Beton

Semen	Pasir	Kerikil	Air
326,00	760	1029	215
Perbandingan komposisi Beton:			
1	2.33	3.156	1.57

Sumber : hasil penelitian laboratorium 2016

Maka volume beton untuk 1 (satu) buah kubus adalah :

$$\text{Panjang kubus (s)} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar kubus (s)} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi kubus (s)} = 15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Kubus} &= S^3 \\ &= 15^3 \\ &= \mathbf{3375 \text{ cm}^3} \\ &= \mathbf{0,003375 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Untuk menghindari hilangnya beton pada waktu pengecoran maka dilakukan safety Factor (SF) = 1,2. Maka volume beton yang diaduk untuk 1 buah beton kubus dengan SF= 1,2 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 buah kubus} &= 0,003375 \text{ m}^3 \times 1,2 \\ &= \mathbf{0,00405 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Maka massa komposisi pasta dari beton untuk satu kubus dengan volume 0,00405 m³ adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Massa semen} &= 0,00405 \text{ m}^3 \times 326 \text{ kgm}^{-3} \\ &= 1,3203\text{kg} \end{aligned}$$

$$\text{Massa Pasir} = 0,00405 \text{ m}^3 \times 760 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 3,078\text{kg}$$

$$\text{Massa Kerikil} = 0,00405 \text{ m}^3 \times 1029 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 4,167\text{kg}$$

$$\text{Massa Air} = 0,00405 \text{ m}^3 \times 215 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 0,87 \text{ kg}$$

Tabel 3.8. Komposisi Pasta dari Beton untuk satu kubus

Nama Bahan	Massa /Volume (kgm⁻³)	Perbandingan
Semen	1,32	1
Pasir	3.078	2,33
Kerikil	4.167	3,15
Air	0,87	0,659

Sumber : hasil penelitian laboratorium 2016

Maka untuk kubus 10 buah kubus persampel :

Contoh perhitungan :

- Untuk beton normal (tanpa menggunakan Abu ampas tebu dan kulit kerang)

$$\text{Massa semen} = 1,32 \times 10 = 13.2 \text{ kg}$$

$$\text{Massa pasir} = 3,078 \times 10 = 30.78 \text{ kg}$$

$$\text{Massa kerikil} = 4,167 \times 10 = 41.67 \text{ kg}$$

$$\text{Massa air} = 0,87 \times 10 = 8.7 \text{ kg}$$

- Untuk beton Abu Ampas tebu 2% substitusi semen dan Kulit kerang 3% substitusi pasir

$$\text{Massa semen} = 1,32 \times 10 = 13,2 \text{ kg} - 2\% (\text{Abu Ampas Tebu})$$

$$= 13,2 - (13,2 * 2\%)$$

$$= 13,2 - 0.264 \text{ kg}$$

$$= 12.936 \text{ Kg}$$

$$\text{Massa Abu ampas Tebu} = 0.264 \text{ Kg} = 264 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Pasir} = 3.078 \times 10 = 30.78 \text{ kg} - 3\% (\text{Kulit Kerang})$$

$$= 30.78 - (30.78 * 3\%)$$

$$= 30.78 - 0.923 \text{ Kg}$$

$$= 29.856 \text{ Kg}$$

$$\text{Massa Kulit Kerang} = 0.923 \text{ Kg} = 923 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Kerikil} = 4.167 \times 10 = 41.67 \text{ kg}$$

$$\text{Massa Air} = 0.87 \times 10 = 8.7 \text{ kg}$$

- Untuk beton Abu Ampas tebu 4% substitusi semen dan Kulit kerang 5% substitusi pasir

$$\text{Massa semen} = 1,32 \times 10 = 13,2 \text{ kg} - 4\% (\text{Abu Ampas Tebu})$$

$$= 13,2 - (13,2 * 4\%)$$

$$= 13,2 - 0.528 \text{ kg}$$

$$= 12.67 \text{ Kg}$$

$$\text{Massa Abu ampas Tebu} = 0.528 \text{ Kg} = 528 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Pasir} = 3.078 \times 10 = 30.78 \text{ kg} - 5\% (\text{Kulit Kerang})$$

$$= 30.78 - (30.78 * 5\%)$$

$$= 30.78 - 1.539 \text{ Kg}$$

$$= 29.24 \text{ Kg}$$

$$\text{Massa Kulit Kerang} = 1.539 \text{ Kg} = 1539 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Kerikil} = 4.167 \times 10 = 41.67 \text{ kg}$$

$$\text{Massa Air} = 0.87 \times 10 = 8.7 \text{ kg}$$

- Untuk beton Abu Ampas tebu 6% substitusi semen dan Kulit kerang 7% substitusi pasir

$$\begin{aligned} \text{Massa semen} &= 1,32 \times 10 = 13,2 \text{ kg} - 6\% (\text{Abu Ampas Tebu}) \\ &= 13,2 - (13,2 * 6\%) \\ &= 13,2 - 0.792 \text{ kg} \\ &= 12.408 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{Massa Abu ampas Tebu} = 0.792 \text{ Kg} = 792 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Pasir} &= 3.078 \times 10 = 30.78 \text{ kg} - 7\% (\text{Kulit Kerang}) \\ &= 30.78 - (30.78 * 7\%) \\ &= 30.78 - 2.154 \text{ Kg} \\ &= 28.62 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{Massa Kulit Kerang} = 2.154 \text{ Kg} = 2154 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Kerikil} = 4.167 \times 10 = 41.67 \text{ kg}$$

$$\text{Massa Air} = 0.87 \times 10 = 8.7 \text{ kg}$$

Tabel 3.9. Data perbandingan komposisi benda uji beton

Keterangan	Abu Ampas tebu (%)	Kulit Kerang (%)	Semen (%)	Pasir (%)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Split (Kg)	Air (kg)	FAS
0% - 0%	0	0	100	100	326	760	1029	215	0.65
2% - 3%	2	3	98	97	319.48	737.2	1029	215	0.67
4% - 5%	4	5	96	95	312.96	722	1029	215	0.68
6% - 7%	6	7	94	93	306.44	706.8	1029	215	0.7

Sumber : hasil penelitian 2016

3.5 Pembuatan Benda Uji Kubus

Pembuatan benda uji terdiri dari 4 variasi campuran, yaitu campuran normal (0% + 0%) tanpa bahan substitusi, dan campuran dengan kombinasi Abu ampas tebu + Kulit kerang yang dibuat adalah 2%+3%, 4%+5%, 6%+7%. Sehari sebelum dilakukan pengecoran, benda uji dan bahan telah disiapkan. Kemudian ditimbang beratnya sesuai dengan variasi campuran yang ada dan diletakkan di dalam wadah yang terpisah untuk mempermudah pelaksanaan pengecoran yang dilakukan.

Setelah semua bahan selesai disediakan, hidupkan mesin molen dan masukkan air sembarang kedalamnya yang berfungsi untuk membersihkan dan membasahi mesin tersebut supaya adukan beton yang sebenarnya tidak berkurang. Setelah 30 detik, air tersebut dibuang. Untuk beton normal, langkah pertama masukkan agregat halus dan semen selama ± 30 detik supaya agregat halus dan semen tercampur rata. Kemudian air dimasukkan sebagian-sebagian ke dalam molen secara menyebar, hal ini dilakukan supaya air tidak hanya tercampur di beberapa tempat dan menyebabkan adukannya tidak merata (menggumpal), selanjutnya masukkan batu pecah dan biarkan selama ± 3 menit sampai campuran beton benar-benar tercampur merata dan homogen.

Adukan yang sudah tercampur merata, dituangkan kedalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, dan kemudian adukan di ukur kekentalannya dengan menggunakan metode slump test menggunakan Abrams-harder, setelah pengukuran nilai slump, campuran beton dimasukkan kedalam cetakan kubus yang berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan cara dibagi dalam 3 tahapan, dimana masing-masing tahapan diisi 1/3 bagian dari cetakan kubus lalu dipadatkan dengan menggunakan vibrator sehingga campuran semen merata.

Untuk beton dengan variasi substitusi Abu ampas tebu dan kulit kerang sendiri tidak jauh berbeda caranya, Abu ampas tebu di campur dengan semen dan kulit kerang dicampur dengan pasir, dicampurkan kerikil dan setelah air masuk kemudian molen dibiarkan beroperasi \pm 3 menit, kemudian dituangkan ke pan untuk selanjutnya dimasukkan kedalam cetakkan kubus.

Setelah umur beton 24 jam, cetakan kubus dibuka dan mulai dilakukan perawatan beton dengan cara direndam dalam bak perendaman sampai pada masa yang di rencanakan untuk melakukan pengujian.

3.6 Perawatan Benda Uji

Perawatan (*curing*) dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan perlu untuk mengisi pori-pori kapiler dengan air, karena hidrasi terjadi di dalamnya.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kekedapan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji di dalam bak perendaman di laboratorium selama 28 hari.

3.7 Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan pada beton segar adalah pengujian slump test, sedangkan pengujian yang dilakukan pada beton keras adalah pengujian kuat tekan beton.

3.7.1 Pengujian Slump (SNI 03-1972-1990)

Slump beton ialah besaran kekentalan (viscosity) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton. untuk melaksanakan pengujian slump beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

- a. Basahi cetakan dan pelat,
- b. Letakkan di atas pelat dengan kokoh,
- c. isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata; tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- d. segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan. kemudian cetakan diangkat secara perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
- e. Balikkan cetakan dan letakkan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

3.7.2 Pengujian Berat Isi Beton Segar (SNI 03-1973-1990)

Untuk melaksanakan pengujian berat isi beton segar harus diikuti tahapan sebagai berikut:

1. Isilah takaran dengan benda uji dalam 3 lapis;
2. Tiap-tiap lapis dipadatkan 25 kali tusukan secara merata;
3. Setelah selesai pemadatan, ketuklah sisi takaran perlahan-lahan sampai tidak tampak gelembung-gelembung udara pada permukaan serta rongga-rongga bekas tusukan tertutup;
4. Ratakan permukaan benda uji dan tentukan beratnya;

5. Kurangi hasil berat beton segar+cetakan kubus dengan berat kubus sendiri.

3.7.3 Pengujian Kuat tekan Beton (SNI 03-1974-1990)

Pengujian dilakukan pada umur beton 7hari, 14hari dan 28hari untuk tiap variasi beton sebanyak 10 buah. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin kompres elektrik berkapasitas 200 ton yang digerakkan secara otomatis. Adapun prosedur pengujian kuat tekan beton:

1. Dari masing-masing variasi, jumlah sampel yang akan dicoba untuk pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.10 Tabel sampel dan variasi

Pengujian	Variasi	Umur (hari)	Umur (hari)	Umur (hari)	Jumlah sampel
Kuat Tekan	0% + 0%	7	14	28	10
	2% + 3%	7	14	28	10
	4% + 5%	7	14	28	10
	6% + 7%	7	14	28	10
Total benda uji					40

2. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, beton kubus dikeluarkan dari bak perendaman. Sebelum dilakukan uji kuat tekan, benda uji ditimbang beratnya;
3. Kemudian letakkan benda uji pada *compressor machine* sedemikian hingga berada di tengah-tengah alat penekannya;
4. Secara perlahan-lahan beban tekan diberikan pada benda uji dengan cara mengoperasikan tuas pompa sampai benda uji runtuh;
5. Pada saat angka tidak naik lagi atau bertambah, maka catat angka yang keluar pada layar alat tersebut yang merupakan beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus (2.1), yaitu:

$$\sigma_b = \frac{P}{A}$$

Dimana :

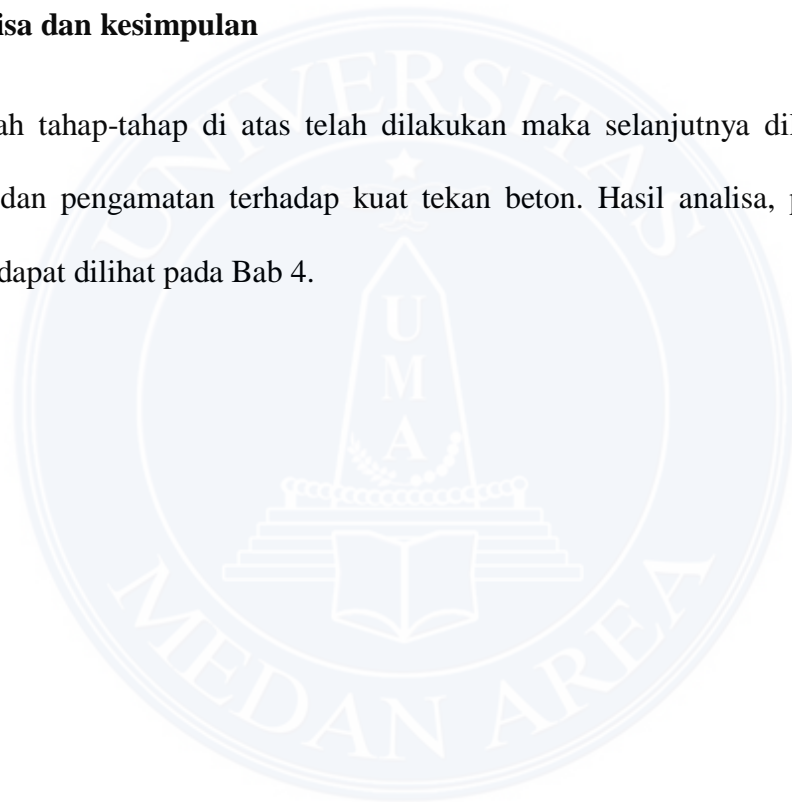
σ_b = Kekuatan tekan (kg/cm^2)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm^2)

3.8 Analisa dan kesimpulan

Setelah tahap-tahap di atas telah dilakukan maka selanjutnya dilakukan analisa, perhitungan dan pengamatan terhadap kuat tekan beton. Hasil analisa, perhitungan dan pengamatan dapat dilihat pada Bab 4.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian kenaikan kuat tekan yang terjadi pada beton yang di substitusi dengan campuran abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir mengalami kenaikan.
2. Sejalan campuran beton abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir pada sampel yang masing-masing 10 sampel tiap variasi dengan persentase 0%+0%, 2%+3%, 4%+5%, dan 6%+7% dimana kuat tekan tertinggi terletak pada campuran abu ampas tebu dan kulit kerang dengan kadar 6%-7% yaitu 191,02 kg/cm³. sedangkan kuat tekan terendah terletak pada campuran abu ampas tebu dan kulit kerang dengan kadar 2%+3% yaitu 183,77 kg/cm³
3. Penggunaan air yang berlebih pada campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian pengaruh abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir dengan perbandingan yang berberda guna mengetahui apakah dengan campuran semakin banyak, kuat tekan beton juga akan semakin besar.
2. Diperlukan suatu cara atau metode baku dalam membuat mix design untuk beton campuran abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir.
3. Untuk pembuatan beton dengan campuran abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir., faktor air semen harus lebih diperhatikan, sebab ini mempengaruhi kuat tekan beton itu sendiri, disarankan agar faktor air semen yang digunakan sebesar 0.6,.
4. untuk peneliti selanjutnya ada baiknya penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi semen dan kulit kerang sebagai substitusi pasir di kembangkan lagi. mengingat limbah abu ampas tebu dan kulit kerang dapat menaikkan kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 201, 1994, *Guide to Durable Concrete (ACI Manual of Concrete Practise) Part I*, American Concrete Institute, Detroit Michigan.
- Br.Panggabean, Agustina, 2012, *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Campuran Dalam Peningkatan Kekuatan Beton*, Skripsi S1, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, LPMB, 1989, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, SK SNI 03-2834-2000, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Departemen PU,1989,“*Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A(SK SNI S-04-1989-F)*”, Yayasan LPMB, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994, *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Indonesia, W. b. (2014, Maret 11). *Abu ampas tebu*. Retrieved Oktober 1, 2013, from Wikipedia bahasa Indonesia
- Mindess.S dan Young. J. Francis,1981” *Concrete*” Prentice-Hall,.
- Mordock, L.J., dan K.M. Brook., 1991, *Bahan dan Praktek Beton*. Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Muliyanto, Tri.Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Andi, 2004.
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Mulyono, Try. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Murdock L.J, Brook K.M,1986,“*Bahan dan Praktek Beton*”, Erlangga,.
- Nawy, Edward G. P. E., 1998, *Beton Bertulang*. Penerbit PT. Refika Aditama, Bandung.
- Pitriajuliani. (2012, Desember 9). *WordPress.com*. Retrieved Maret 11, 2014,
- Puja, A dan Rachmat, P.2010, “*Pengendalian Mutu Beton sesuai SNI, ACI dan ASTM*”, ITS Press Surabaya.
- Srinivasan, R., dan K. Sathiya, 2010, *Experimental Study on Bagasse Ash in Concrete*, International Journal for Service Learning in Engineering, India.
- Subakti, A., 1994, *Teknologi Beton Dalam Praktek*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS	Slump	Tanggal	Tanggal	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr	(%)	(cm)	Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	NORMAL						11-Jul-16	18-Jul-16		7.88
2	NORMAL						11-Jul-16	18-Jul-16		7.89
3	NORMAL						11-Jul-16	18-Jul-16		7.88

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahkan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	NORMAL		7	33,000	146.67	225.64	
2	NORMAL		7	33,500	148.89	229.06	
3	NORMAL		7	33,700	149.78	230.43	

Quality Control

Fadi, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 18 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	NORMAL						11-Jul-16	25-Jul-16		7.89
2	NORMAL						11-Jul-16	25-Jul-16		7.90
3	NORMAL						11-Jul-16	25-Jul-16		7.86

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	NORMAL		14	35,000	155.56	176.77	
2	NORMAL		14	35,500	157.78	179.29	
3	NORMAL		14	35,800	159.11	180.81	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 25 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN

LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
 PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
 PROYEK : TUGAS AKHIR
 RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 4 BUAH JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM

NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal	Tanggal	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr			Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	NORMAL						11-Jul-16	08-Aug-16		7.86
2	NORMAL						11-Jul-16	08-Aug-16		7.87
3	NORMAL						11-Jul-16	08-Aug-16		7.88
4	NORMAL						11-Jul-16	08-Aug-16		7.86

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	NORMAL		28	39,000	173.33	173.33	
2	NORMAL		28	39,700	176.44	176.44	
3	NORMAL		28	39,500	175.56	175.56	
4	NORMAL		28	39,400	175.11	175.11	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 8 Agustus 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal	Tanggal	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr			Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	19-Jul-16		7.85
2	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	19-Jul-16		7.84
3	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	19-Jul-16		7.84

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 2% - 3%		7	34,000	151.11	232.48	
2	Variasi 2% - 3%		7	34,500	153.33	235.90	
3	Variasi 2% - 3%		7	34,900	155.11	238.63	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 19 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	26-Jul-16		7.84
2	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	26-Jul-16		7.83
3	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	26-Jul-16		7.82

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 2% - 3%		14	34,000	151.11	171.72	
2	Variasi 2% - 3%		14	34,500	153.33	174.24	
3	Variasi 2% - 3%		14	34,900	155.11	176.26	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 26 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 4 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS	Slump	Tanggal	Tanggal	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr	(%)	(cm)	Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.85
2	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.84
3	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.84
4	Variasi 2% - 3%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.84

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 2% - 3%		28	40,000	177.78	177.78	
2	Variasi 2% - 3%		28	41,000	182.22	182.22	
3	Variasi 2% - 3%		28	40,500	180.00	180.00	
4	Variasi 2% - 3%		28	40,700	180.89	180.89	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 09 Agustus 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal		Berat (Kg)	
		pc	ps	kr			Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	19-Jul-16		7.84
2	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	19-Jul-16		7.84
3	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	19-Jul-16		7.84

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 4% - 5%		7	34,500	153.33	235.90	
2	Variasi 4% - 5%		7	35,500	157.78	242.74	
3	Variasi 4% - 5%		7	35,800	159.11	244.79	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 19 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM						Berat (Kg)		
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Cetak	Uji
		pc	ps	kr						
1	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	26-Jul-16		7.84
2	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	26-Jul-16		7.85
3	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	26-Jul-16		7.85

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 4% - 5%		14	37,800	168.00	190.91	
2	Variasi 4% - 5%		14	37,500	166.67	189.39	
3	Variasi 4% - 5%		14	37,000	164.44	186.87	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 26 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIM SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 4 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal		Berat (Kg)	
		pc	ps	kr			Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.85
2	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.84
3	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.84
4	Variasi 4% - 5%						12-Jul-16	09-Aug-16		7.84

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 4% - 5%		28	41,500	184.44	184.44	
2	Variasi 4% - 5%		28	41,700	185.33	185.33	
3	Variasi 4% - 5%		28	42,000	186.67	186.67	
4	Variasi 4% - 5%		28	40,900	181.78	181.78	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 09 Agustus 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	20-Jul-16		7.84
2	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	20-Jul-16		7.84
3	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	20-Jul-16		7.84

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahkan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Penguji	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 6% - 7%		7	36,000	160.00	246.15	
2	Variasi 6% - 7%		7	37,000	164.44	252.99	
3	Variasi 6% - 7%		7	38,500	171.11	263.25	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 20 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN
PEMOHON PENGUJIAN
PROYEK
RENCANA MUTU BETON

: PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
: DASLIN SOLIM JUANDA
: TUGAS AKHIR
: K-175

JUNLAH BENDA UJI : 3 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal	Tanggal	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr			Cetak	Uji	Cetak	Uji
1	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	27-Jul-16		7.84
2	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	27-Jul-16		7.84
3	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	27-Jul-16		7.83

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
1	Variasi 6% - 7%		14	38,000	168.89	191.92	
2	Variasi 6% - 7%		14	38,500	171.11	194.44	
3	Variasi 6% - 7%		14	37,500	166.67	189.39	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 27 Juli 2016

Pelaksana

Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002



POLITEKNIK NEGERI MEDAN
LABORATORIUM TEKNIK SIPIL

Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, MEDAN - 20156

Email : civillaboratory.polmed@gmail.com

JENIS PENGUJIAN : PENGUJIAN KOKOH TEKAN BETON
PEMOHON PENGUJIAN : DASLIN SOLIM JUANDA
PROYEK : TUGAS AKHIR
RENCANA MUTU BETON : K-175

JUMLAH BENDA UJI : 4 BUAH		JENIS BENDA UJI : KUBUS BETON 15X15X15CM								
NO	Nama Benda Uji	Campuran			FAS (%)	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		pc	ps	kr					Cetak	Uji
1	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	10-Aug-16		7.84
2	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	10-Aug-16		7.84
3	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	10-Aug-16		7.84
4	Variasi 6% - 7%						13-Jul-16	10-Aug-16		7.84

NO	Nama Benda Uji	Bahan Tambahan	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kokoh Tekan Sewaktu Pengujian	Estimasi 28 Hari (Kg/cm ²)	Keterangan
2	Variasi 6% - 7%		28	42,200	187.56	187.56	
3	Variasi 6% - 7%		28	42,500	188.89	188.89	
4	Variasi 6% - 7%		28	41,900	186.22	186.22	

Quality Control

Fadli, S.T., M.T.

NIP. 19630509 198803 1 003

Medan, 10 Agustus 2016

Pelaksana

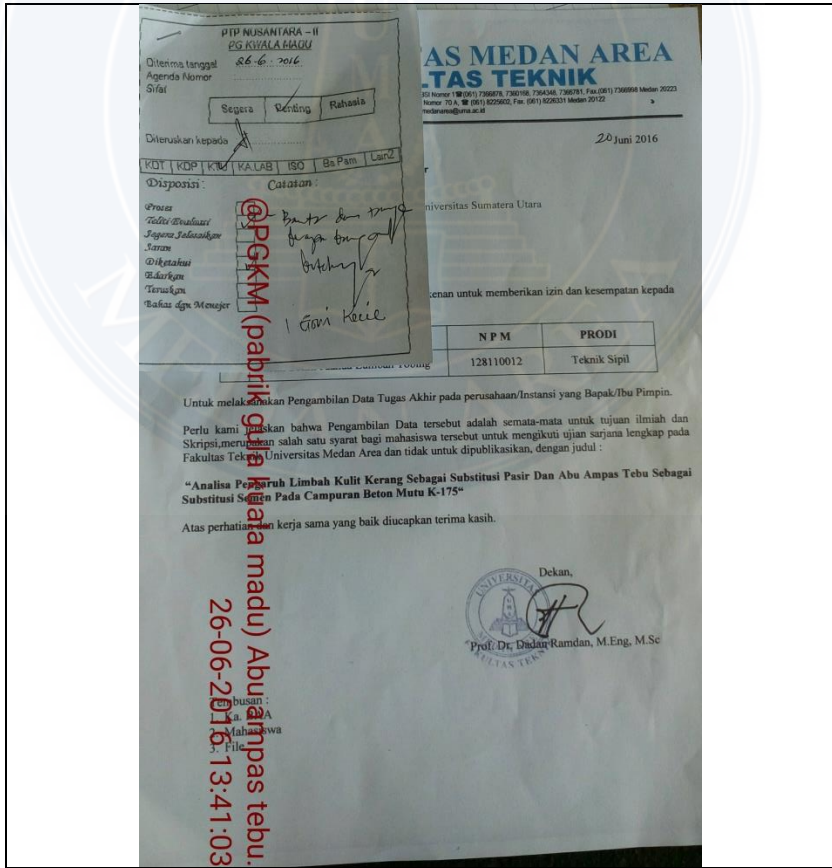
Salamuddinsyah

NIP 19810424 200501 1 002

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen**



Tampak Depan Pabrik Gula Kwala Madu



Surat Izin Masuk Pabrik Gula Kwala Madu

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen**



Tampak Buangan Abu Ampas Tebu



Tampak Ampas Tebu



Tampak Ampas Tebu

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen**



Mesin Boiler



Tampak Mesin Boiler



Tampak Mesin Boiler

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen**



Tampak Ampas Tebu



Tampak Tebu Masuk Ke pabrik



Tampak Ampas Tebu di sisi kanan

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir**



Tampak Kerang Segar



Foto Kerang Segar di sisi Kanan

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir**



Tampak Kerang Di rebus



Tampak Kerang di dinginkan



Tampak Kerang Di Kupas

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir**



Selfie di tempat pengupasan kerang



Tampak limbah kulit kerang



Tampak limbah kulit kerang

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN BAHAN
Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir**



Tampak Limbah Kulit Kerang



Tampak Perebusan Kulit Kerang



Tampak Pengupasan Kulit Kerang

**DOKUMENTASI PENELITIAN
ALAT LABORATORIUM**



Cetakan Beton Kubus 15x15x15cm



Open

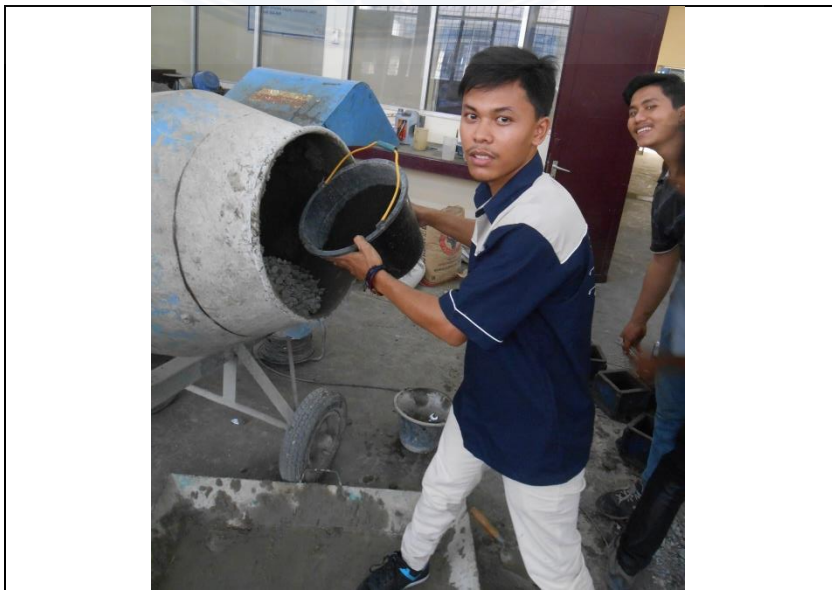
**DOKUMENTASI PENELITIAN
ALAT LABORATORIUM**



Timbangan digital



Concrete Compression Machine

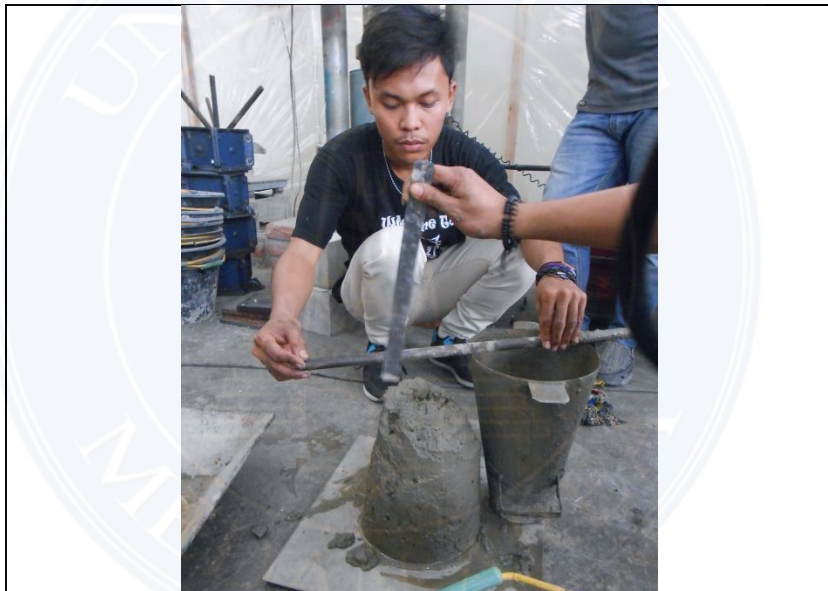


Molen

**DOKUMENTASI PENELITIAN
ALAT LABORATORIUM**



Vibrator



Slump Test

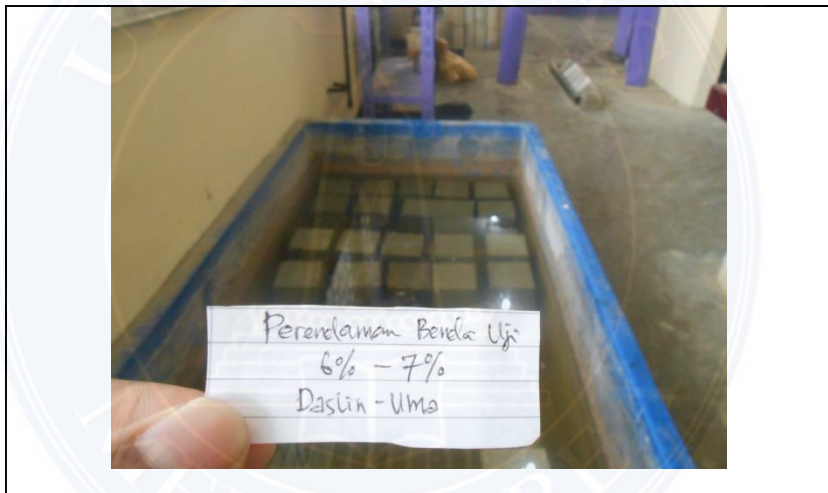


Concrete Compression Machine

DOKUMENTASI PENELITIAN
ALAT LABORATORIUM



Wadah Ukur



Perendaman Beton



Penulisan Variasi

**DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN**



Foto Semen Type Kelas I



Foto Pasir

**DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN**



Foto Kerikil



Foto Abu Ampas Tebu sebagai substitusi semen



Kulit Kerang sebagai Substitusi Pasir

**DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN**



Foto Air



Pembersihan/penguncian cetakan kubus



Memasukkan Bahan ke Molen

**DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN**



Memasukkan bahan ke Molen



Penuangan campuran beton ke wadah



Memasukkan beton segar ke cetakan kubus

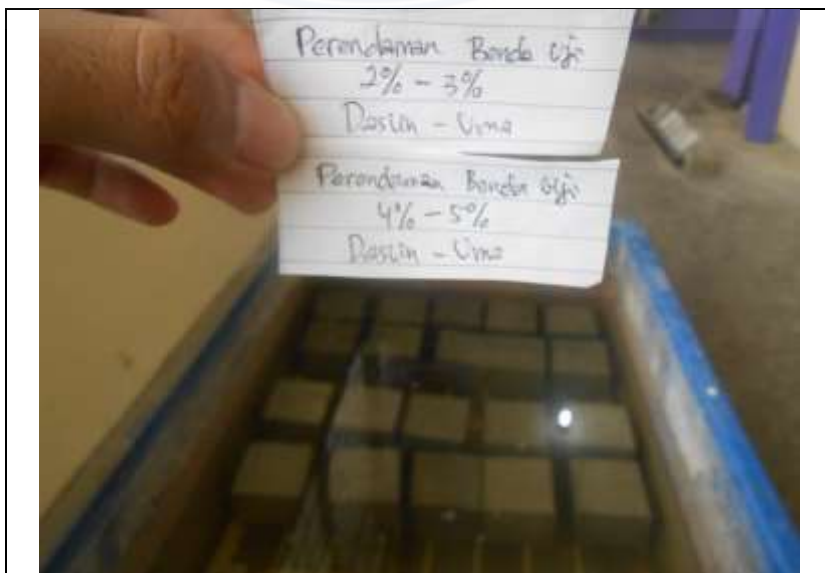
DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN



Memadatkan beton dengan vibrator



Menyusun cetakan beton



Perendaman beton

DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN



Pengeringan Beton



Pengetesan Beton



Pengujian beton

DOKUMENTASI PENELITIAN
PENGECORAN



Tampak Beton pecah



Hasil kuat tekan beton



Pencucian Alat-alat pengecoran