

TUGAS AKHIR

**PENGARUH LIMBAH KERAMIK DAN ABU JERAMI PADI
SEBAGAI PENGISI TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON MUTU
TINGGI
(Studi Penelitian)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**SRI WAHYUNITA
1407210209**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sri Wahyunita

NPM : 1407210209

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi

Bidang Ilmu : Struktur.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 September 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I/Penguji



Ir. Ellyza Chairina, MSi

Dosen Pembimbing II/Penguji



Ir. Zurkiyah, MT

Dosen Pembanding I/Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Dosen Pembanding II/Penguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sri Wahyunita

Tempat /Tanggal Lahir: Medan / 17 Mei 1996

NPM : 1407210209

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi”.

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2018

Saya yang menyatakan,



Sri Wahyunita

ABSTRAK

PENGARUH LIMBAH KERAMIK DAN ABU JERAMI PADI SEBAGAI PENGISI TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI (STUDI PENELITIAN)

Sri Wahyunita

1407210209

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Ir. Zurkiyah, M.T

Sangat diperlukan suatu teknologi konstruksi yang dapat mengurangi eksploitasi alam dan dapat memanfaatkan limbah-limbah beton. Salah satu contoh upaya mengurangi dampak tersebut adalah menggunakan kembali limbah pecahan keramik dan abu jerami padi untuk penggunaan beton baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah, Persentase dari nilai kuat tekan beton, dan perbandingan dari kuat tekan betonnya. Penelitian ini merencanakan beton normal dengan kuat tekan yang ditargetkan adalah 35 MPa dan menggunakan slump 30-60 mm serta menggunakan *Portland Pozzolan Cement* (PPC). Penggunaan proporsi agregat limbah dalam penelitian ini adalah limbah keramik 15% dan 30% dan untuk abu jerami padi 10% dari berat total agregat alami dan semen dengan umur pengujian 7 hari dan 28 hari. Untuk jumlah benda uji 30 buah dengan hasil kuat tekan, persentase kuat tekan dan perbandingan kuat tekan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengujian, penggunaan limbah keramik dengan proporsi 15% dan abu jerami padi dengan proporsi 10% didapat pada 7 hari mengalami kenaikan sebesar 18,64% dan 28 hari sebesar 5,07%, berlanjut dengan limbah keramik dengan proporsi 30% dan abu jerami padi 10% didapat pada 7 hari mengalami kenaikan sebesar 11,95% dan 28 hari sebesar 0,77%.

Kata kunci: Beton normal, kuat tekan, proporsi, limbah keramik dan abu jerami padi.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CERAMIC WASTE AND ASH OF RICE STRAW AS A FILLER ON THE VALUE OF HIGH QUALITY CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH (RESEARCH STUDY)

Sri Wahyunita
1407210209
Ir. Ellyza Chairina, MSi
Ir. Zurkiyah, M.T

The use of construction technology in the utilization of concrete wastes to reduce natural exploitation. One of the utilization of construction waste is by using the broken ceramic and rice straw ash for the manufacture of new concrete. This study aims to determine the effect of waste, the percentage of concrete compressive strength value, and the ratio of the compressive strength of the concrete. This study planned the production of normal concrete with a target compressive strength of 35 MPa and using 30-60 mm slump and using Portland Pozzolan Cement (PPC). The use of aggregate proportion of waste in this research is 15% and 30% ceramic waste, while for rice straw ash is 10% from the total weight of natural aggregate and cement with 7 days and 28 days test age. Number of test specimens 30 pieces with compressive strength, percentage of compressive strength and compressive strength. The results of this study indicate that based on the test results, the use of ceramic waste with the proportion of 15% and rice ash ash with the proportion of 10% obtained on the day to seven increased by 18.64% and on the 28th day of 5.07%, continued with ceramic wastes with a proportion of 30% and 10% rice straw ash on the 7th day increased by 11.95% and 28 days by 0.77%.

Keywords: Normal Concrete, Compressive Strength, Proportion, Ceramic Waste and Ash Of Rice Straw.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, MSi. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zurkarnain , S.T, M.Sc. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara serta Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si. selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda Zulkifli, ibunda Jumsyah, dan Abangda tersayang Juliansyah, Asril Alisyahbana, dan Abdul Razak yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi saya, serta mendukung dan menyemangati saya.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan saya Reza Suhwandi Harahap, M. Iqbal Hanafi, Ridho Noprianto, M. Yudha Pratama, M. Yogi Ismayadi, Yuwinda Artika, Retno Sri Ayu Ningsih, Nirma Rahmadia, Evi Yunita Siregar, Nur Jamila Tussa Diyah Nasution, dan Abangda Firmansyah Lubis, S.T. serta Keluarga Besar Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 20 Agustus 2018

Sri Wahyunita

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR NOTASI | xiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1.Latar Belakang | 1 |
| 1.2.Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3.Batasan Masalah | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.6. Sistematika Pembahasan | 3 |
| BAB 2 STUDI PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Pengertian Beton | 5 |
| 2.2. Pengertian Beton Mutu Tinggi | 6 |
| 2.3. Material Penyusun Campuran Beton | 8 |
| 2.3.1.Semen | 8 |
| 2.3.2. Agregat | 10 |
| 2.3.3. Air | 14 |
| 2.3.4. Abu Jerami Padi | 16 |
| 2.3.5. Keramik | 17 |
| 2.4. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000 | 18 |
| 2.5. <i>Slump Test</i> | 28 |
| 2.6. Perawatan Beton | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7. Pengujian Kuat Tekan | 30 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 33 |
| 3.1. Umum | 33 |
| 3.1.1. Metodologi Penelitian | 36 |
| 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian | 37 |
| 3.3. Bahan dan Peralatan | 37 |
| 3.3.1. Bahan | 37 |
| 3.3.2. Peralatan | 37 |
| 3.4. Persiapan Penelitian | 38 |
| 3.5. Pemeriksaan Agrgat | 38 |
| 3.6. Pemeriksaan Agregat Halus | 38 |
| 3.6.1. Kadar Air Agregat Halus | 38 |
| 3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus | 39 |
| 3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus | 40 |
| 3.6.4. Berat Isi Agregat Halus | 41 |
| 3.6.5. Aalisa Saringan Agregat Halus | 42 |
| 3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar | 44 |
| 3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar | 44 |
| 3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar | 45 |
| 3.7.3. Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar | 46 |
| 3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar | 46 |
| 3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar | 47 |
| 3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i> | 49 |
| 3.8. Perencanaan Campuran Beton | 50 |
| 3.9. Pelaksanaan Penelititan | 51 |
| 3.9.1. <i>Trial Mix</i> | 51 |
| 3.9.2. Pembuatan Benda Uji | 51 |
| 3.9.3. Pengujian <i>Slump</i> | 51 |
| 3.9.4. Perawatan Beton | 51 |
| 3.9.5. Pengujian Kuat Tekan | 51 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 54 |
| 4.1. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>) | 54 |

| | |
|---|----|
| 4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i> | 63 |
| 4.2. Pembuatan Benda Uji | 69 |
| 4.3. <i>Slump Test</i> | 70 |
| 4.4. Kuat Tekan Beton | 70 |
| 4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal | 71 |
| 4.4.2 Kuat Tekan <i>Filler</i> Limbah Keramik 15% Dan Abu Jerami Padi 10% | 72 |
| 4.4.3. Kuat Tekan <i>Filler</i> Limbah Keramik 30% Dan Abu Jerami Padi 10% | 73 |
| 4.5. Pembahasan | 76 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 77 |
| 5.1. Kesimpulan | 77 |
| 5.2. Saran | 77 |
| DAFTAR PUSTAKA | 79 |
| LAMPIRAN | |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Komposisi bahan pembentuk beton | 5 |
| Tabel 2.2 | Batas gradasi agregat halus | 11 |
| Tabel 2.3 | Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan | 15 |
| Tabel 2.4 | Komposisi kimia jerami padi | 16 |
| Tabel 2.5 | Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30 | 19 |
| Tabel 2.6 | Tingkat mutu pekerjaan pembetonan | 19 |
| Tabel 2.7 | Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton | 21 |
| Tabel 2.8 | Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus | 22 |
| Tabel 2.9 | Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat | 22 |
| Tabel 2.10 | Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air | 24 |
| Tabel 2.11 | Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransi | 30 |
| Tabel 2.12 | Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus | 31 |
| Tabel 3.1 | Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus | 39 |
| Tabel 3.2 | Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus | 39 |
| Tabel 3.3 | Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus | 40 |
| Tabel 3.4 | Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus | 41 |
| Tabel 3.5 | Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus | 42 |
| Tabel 3.6 | Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar | 45 |
| Tabel 3.7 | Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar | 45 |
| Tabel 3.8 | Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar | 46 |
| Tabel 3.9 | Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar | 46 |
| Tabel 3.10 | Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar | 47 |

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 3.11 | Data-data dari hasil pengujian keausan agregat | 47 |
| Tabel 4.1 | Data-data hasil pengujian dasar | 50 |
| Tabel 4.2 | Perencanaan campuran beton | 55 |
| Tabel 4.3 | Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji | 57 |
| Tabel 4.4 | Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji | 58 |
| Tabel 4.5 | Banyak limbah keramik dan agregat kasar tertahan saringan 3/8 yang dibutuhkan untuk 1 benda uji | 59 |
| Tabel 4.6 | Banyak abu jerami padi dan semen lolos saringan No. 200 yang dibutuhkan untuk 1 benda uji | 60 |
| Tabel 4.7 | Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji | 62 |
| Tabel 4.8 | Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji | 62 |
| Tabel 4.9 | Jumlah kadar air bebas yang ditentukan | 65 |
| Tabel 4.10 | Hasil <i>slump test</i> beton normal, beton dengan <i>filler</i> limbah keramik 15% + abu jerami padi 10%, dan limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% | 70 |
| Tabel 4.11 | Hasil pengujian kuat tekan beton normal | 71 |
| Tabel 4.12 | Hasil pengujian kuat tekan beton <i>filler</i> limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10%. | 72 |
| Tabel 4.13 | Hasil pengujian kuat tekan beton <i>filler</i> limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% | 73 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Daerah gradasi pasir kasar | 12 |
| Gambar 2.2 | Daerah gradasi pasir sedang | 12 |
| Gambar 2.3 | Daerah gradasi pasir agak halus | 13 |
| Gambar 2.4 | Daerah gradasi pasir halus | 13 |
| Gambar 2.5 | Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton | 20 |
| Gambar 2.6 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm | 25 |
| Gambar 2.7 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm | 25 |
| Gambar 2.8 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm | 26 |
| Gambar 2.9 | Hubungan kadar air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton | 27 |
| Gambar 3.1 | Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan | 35 |
| Gambar 3.2 | Grafik gradasi agregat halus | 44 |
| Gambar 3.3 | Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm | 49 |
| Gambar 4.1 | Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton | 64 |
| Gambar 4.2 | Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm | 66 |
| Gambar 4.3 | Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton | 67 |
| Gambar 4.4 | Beban tekan pada benda uji kubus | 71 |
| Gambar 4.5 | Grafik kuat tekan beton pada umur 7 hari | 74 |
| Gambar 4.6 | Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari | 75 |
| Gambar 4.7 | Grafik kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari | 75 |
| Gambar 4.8 | Perbandingan grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 7 hari dan 28 hari | 77 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|-----------------------|--|-----------------------------|
| A | = luas penampang (cm^2) | |
| C_a | = absorpsi air pada agregat halus | (%) |
| C_k | = kadar air pada agregat halus | (%) |
| Bj | = berat jenis | (gr/mm^3) |
| B_{jh} | = berat jenis agregat halus | (gr/mm^3) |
| $B_{j_{\text{camp}}}$ | = berat jenis agregat campuran | (gr/mm^3) |
| FM | = modulus kehalusan | - |
| f'_c | = kuat tekan | (MPa) |
| n | = jumlah benda uji | (Buah) |
| P | = beban tekan | (kg) |
| t | = tinggi benda uji | (cm) |
| V | = volume | (cm^3) |
| W | = berat | (kg) |
| Kh | = persentasi berat agregat halus terhadap agregat campuran | (%) |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton sudah lama dikenal di Indonesia sebagai salah satu bahan bangunan dalam proyek konstruksi, dapat dilihat dari bangunan dan gedung bahkan perumahan yang ada di seluruh Indonesia. Meningkatnya kebutuhan akan beton dalam suatu proses konstruksi berjalan searah dengan semakin banyaknya proses konstruksi.

Hal ini membuktikan bahwa bahan beton sangat dibutuhkan dalam proyek konstruksi dan infrastruktur sehingga mengakibatkan peningkatan penambangan material secara besar-besaran dan akan berdampak pada menurunnya kuantitas sumber daya alam. Dengan menurunnya kuantitas sumber daya alam maka kelestarian lingkungan hidup akan menurun.

Beton merupakan campuran agregat, air, dan semen dengan komposisi tertentu yang saat ini banyak digunakan sebagai bahan konstruksi. Beton memiliki keunggulan dibandingkan bahan material lainnya (baja), yaitu memerlukan biaya yang relatif murah, memiliki kuat tekan besar, tahan lama, mudah dibentuk, dan tahan terhadap temperatur tinggi.

Limbah keramik adalah salah satu contoh limbah yang dihasilkan dari pabrik keramik atau hasil pekerjaan renovasi bangunan. Keramik terbuat dari tanah liat atau lempung yang mengalami proses pengerasan dengan pembakaran pada temperatur tinggi. Sodik, (2009) menggunakan limbah pecahan keramik sebagai alternatif agregat kasar dalam campuran beton. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh kuat tekan beton yang menggunakan pecahan keramik tidak berbeda jauh dengan kuat tekan beton yang menggunakan agregat konvensional. Dalam penelitian ini, limbah pecahan lantai keramik akan digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton.

Pembuatan jerami dan briket arang jerami menghasilkan abu. Abu jerami padi berasal dari jerami yang digiling atau ditumbuk halus. Abu jerami padi dapat dimanfaatkan untuk abu gosok, bahan ameliorasi tanah asam dan bahan campuran

dalam pembuatan semen hidrolik serta dapat dimanfaatkan untuk campuran beton/mortar, batako, dan campuran batu bata press (Mulyono, 2004).

Pembakaran jerami yang menghasilkan abu mengandung bahan silika dan bahan alumunium yang bereaksi dan saling mengikat dengan kalsium oksida pada pasta semen dapat memungkinkan membentuk bahan yang kuat sehingga dapat meningkatkan mutu beton (Wuwungan, 1993).

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini digunakan limbah keramik sebagai *filler* dari agregat kasar yang dapat menghemat penggunaan kerikil, serta memanfaatkan abu jerami padi yang dapat berpeluang sebagai *filler portland cement* dalam pembuatan beton karena memiliki kandungan silika yang cukup tinggi.

Dalam hal ini kenapa penulis mengambil limbah keramik dan abu jerami padi karena pada penelitian sebelumnya di dapat hasil kuat tekan pada limbah keramik dengan persentase 15 % dan 30 % mengalami kenaikan (Wicaksono dan Sudjati, 2012). Sedangkan pada penelitian untuk abu jerami padi di dapat hasil persenan 10 % mengalami kenaikan. Maka, penulis mengembangkan dari hasil tertinggi di lakukan kombinasi dapatkah beton dapat mengalami kenaikan yang lebih tinggi atau lebih rendah (Safitri, 2016).

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk permasalahan mengenai penggunaan limbah keramik sebagai *filler* agregat kasar dan abu jerami padi sebagai *filler* semen pada beton. beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Apakah *filler* limbah keramik dapat berpengaruh pada beton apabila digunakan bersamaan dengan *filler* abu jerami padi?
2. Bagaimana perbedaan kuat tekan antara beton normal dan beton dengan *filler* limbah keramik digunakan bersamaan dengan abu jerami padi?
3. Bagaimana pengaruh variasi persentase *filler* limbah keramik dan abu jerami padi pada beton?

1.3. Ruang Lingkup Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
2. Melakukan pengujian kuat tekan dari beton normal dan beton dengan *filler* limbah keramik dan abu jerami padi dan membandingkan hasilnya.
3. Melakukan variasi persen untuk *filler* limbah keramik dan abu jerami padi sebanyak 15% + 10% dan 30% + 10% untuk mengetahui pada variasi berapa kuat tekan beton mutu tinggi.

1.4. Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah keramik dan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui hasil persentase pada beton normal, dan beton campuran limbah keramik dan abu jerami padi.
3. Untuk mengetahui perbandingan hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan beton inovasi.

1.5. Manfaat penelitian

Berdasarkan latar belakang, permasalahan, dan tujuan penelitian. Maka, penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Secara akademik sebagai ilmu penegetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang pengaruh limbah keramik dan abu jerami padi pada kuat tekan beton.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui kuat tekan beton dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui seberapa kuat pengaruh limbah keramik dan abu jerami padi untuk beton.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi” ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir, dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton berasal dari kata “*concretus*“, yang artinya “tumbuh bersama“. Ini berarti gambaran mengenai penggabungan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh (Raina,1988).

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara dan kadang-kadang campuran bahan tambahan lainnya (mulai dari bahan kimia, serat sampai bahan buangan non kimia) dengan perbandingan tertentu. “Campuran yang masih plastis ini dicor kedalam perancah dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen dan air yang menyebabkan pengerasan pada beton, bahan yang terbentuk ini mempunyai kuat desak yang tinggi dan ketahanan terhadap tarik yang rendah.” (Nawy, 1990).

“Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.” (Murdock dan Brook, 1999).

Selain itu, Komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Komposisi bahan pembentuk beton (Murdock dan Brook, 1999).

| Nama Bahan | Jumlah (%) |
|-------------------------|------------|
| Agregat kasar dan halus | 60 – 80 |
| Semen | 7 – 15 |
| Air | 14 – 21 |
| Udara | 1 – 8 |

2.2. Pengertian Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah sebuah istilah untuk menggambarkan beton dengan ciri khusus dimana tidak dimiliki oleh beton normal. Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang memiliki satu atau lebih karakteristik seperti: susut yang kecil, permeabilitas yang rendah, modulus elastisitas yang tinggi atau kuat tekan yang tinggi. Menurut *American Concrete Institute (ACI)*: “Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan penempatan secara normal, penempatan dan cara perawatannya. Disyaratkan terdapat kontrol terhadap pemilihan dan *design* dari material penyusun beton dengan penambahan bahan tambah yang tepat”.

Dalam hubungannya dengan kuat tekan beton, pengertian istilah beton mutu tinggi telah mengalami perubahan secara *significant* dalam beberapa tahun sebelumnya. Pada waktu tertentu kuat tekan 40 MPa telah dipertimbangkan sebagai beton mutu tinggi, untuk kemudian kekuatan 60 MPa telah ditetapkan sebagai beton mutu tinggi. Menurut Parrot (1988): “Definisi beton mutu tinggi adalah beton yang dapat diterapkan dan memiliki kuat tekan lebih besar dari 70 MPa yang dibuat dengan metode seperti pada beton normal namun dengan unsur-unsur yang terpilih”. Menurut Nawy (1996): “Beton mutu tinggi didefinisikan sebagai beton dengan kuat tekan yang lebih besar dari 6000 psi atau 42 MPa pada umur 28 hari”. Menurut Wahyudi dan Rahim (1999): Pada umumnya beton mutu tinggi (*High Strength Concrete*) dengan f'_c 40 MPa atau lebih (6000 psi) memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Kandungan semen tinggi.
2. Rasio air-semen rendah.
3. Penggunaan agregat yang mutunya lebih kuat.
4. Agregat berkadar air rendah.
5. Penggunaan material *pozzolan*, *fly ash*, *ground granulated blastfurnace slag*, *silica fume*, dan sebagainya.

Faktor yang sangat mempengaruhi beton mutu tinggi adalah interaksi antara 2 fase material, agregat dan mortar. Adanya peretakan mikro dalam (*internal microcracking*) yang dimulai dengan terjadinya retak ikatan (*bond crack*) antara

agregat dan mortar yang berkembang dan menjalar dengan bertambahnya tegangan. Pada beton mutu tinggi, jumlah retak mikro ikatan lebih sedikit karena sifat kompatibilitas kekuatan dan sifat elastis agregat dengan mortar yang lebih baik dan makin tingginya kekuatan lekatan tarik (*tensile bond strength*) maka kekuatan terhadap beban tetap lebih tinggi. Hubungan tegangan dan regangan linear mencapai presentase yang lebih tinggi terhadap kekuatan beton dibandingkan dengan beton normal.

Manfaat beton mutu tinggi dibidang teknik sipil (Parrot, 1988):

1. Menghasilkan beton dengan ketahanan tinggi (*high durability*).
2. Menghasilkan beton dengan kuat tekan awal yang tinggi dan mempercepat pelaksanaan konstruksi.
3. Meningkatkan nilai modulus elastisitas dan mengurangi efek rangkak (*creep*).
4. Memungkinkan pembangunan konstruksi bangunan tingkat tinggi (*high rise construction*).
5. Memperkecil dimensi kolom, sehingga penggunaan ruang lantai lebih efisien.
6. Secara ekonomi dapat meningkatkan penggunaan *box girder* dan *solid girder bridge* dengan *design* yang lebih simpel.

Adapun kelemahan penggunaan beton mutu tinggi adalah (Parrot, 1988):

1. Meningkatkan biaya beton perunit volume.
2. Memerlukan kontrol kualitas terhadap mutu beton dan kebutuhan produksi.
3. *Workability* kurang baik dan seringkali menurun dengan cepat setelah waktu pencampuran.
4. Waktu pengangkutan beton dan penambahan *super plasticizer* sangat kritis.
5. Waktu perkerasan beton sangat cepat.
6. Menghasilkan panas hidrasi yang tinggi sehingga perlu menurunkan hidrasi semennya.
7. Membutuhkan waktu lebih dari 28 hari untuk mencapai kuat tekan yang spesifik.

2.3. Material Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi. Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut dan bahan pengisi yang saat ini sering digunakan.

2.3.1 Semen

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air hal ini disebut dengan hidrasi, sehingga terjadi proses pembekuan yang membentuk material batu padat dan setelah pembekuan material tersebut akan mempertahankan kekuatan dan stabilitas bahkan didalam air. Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen *portland*, terbuat dari campuran Kalsium (Ca), Silika (SiO_2), Alumina (Al_2O_3) dan Oksida Besi (Fe_2O_3). Kalsium bisa didapatkan dari setiap bahan yang mengandung kapur.

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

1. Semen Abu atau semen *portland* adalah bubuk (*bulk*) berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping dengan kadar Kalsium tinggi yang diolah dalam tanur dengan suhu 1400°C dan dengan tekanan yang tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan persentase kandungannya terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe I sampai tipe V.
2. Semen Putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) murni.
3. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.

4. *Mixed* dan *Fly Ash Cement* adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang mengandung *Amorphous Silica*, *Aluminium*, dan *Oksida* lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Berdasarkan persentase kandungan penyusun, semen *portland* terdiri dari 5 tipe yaitu:

1. Semen *Portland* Tipe I adalah semen *portland* umum (*normal portland cement*) yang digunakan dalam konstruksi beton secara umum dan tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Semen *Portland* Tipe II adalah semen *portland* yang mempunyai panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Semen ini digunakan pada bangunan drainase dengan sulfat agak tinggi, dinding penahan tanah tebal yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen *Portland* Tipe III adalah semen *portland* dengan kekuatan awal yang tinggi (*high early strenght portland cement*). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan serta dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* Tipe IV adalah semen *portland* dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya. Pertumbuhan kekuatannya lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi tinggi.
5. Semen *Portland* Tipe V adalah semen portland yang tahan Sulfat (*sulfat resisting portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus yang digunakan hanya untuk bangunan yang terkena Sulfat, seperti di tanah/air yang kadar Alkalinya tinggi.

2.3.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonna, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton. Agregat adalah bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat.

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik dan memenuhi syarat agar seluruh massa beton dapat berfungsi secara utuh, homogen dan padat, dimana agregat yang berukuran kecil dapat mengisi rongga-rongga yang ada diantara agregat yang berukuran besar.

“Agregat didefinisikan sebagai material *granular*, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk semen hidrolik atau adukan.” (Menurut SNI T-15-1990-03).

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

a. Agregat Halus

Agregat Halus merupakan bahan pengisi diantara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai B_j 1400 kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih besar 5 % dari berat, tidak mengandung bahan organis lebih banyak, terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyaringan atau cara lainnya dari batuan atau terak tanur tinggi.

Agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton. Fungsi agregat dalam *design* campuran beton adalah sebagai pengisi. Ditinjau dari berat jenis agregat halus yang digunakan maka beton yang dihasilkan dapat berbobot ringan, normal atau berat.

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

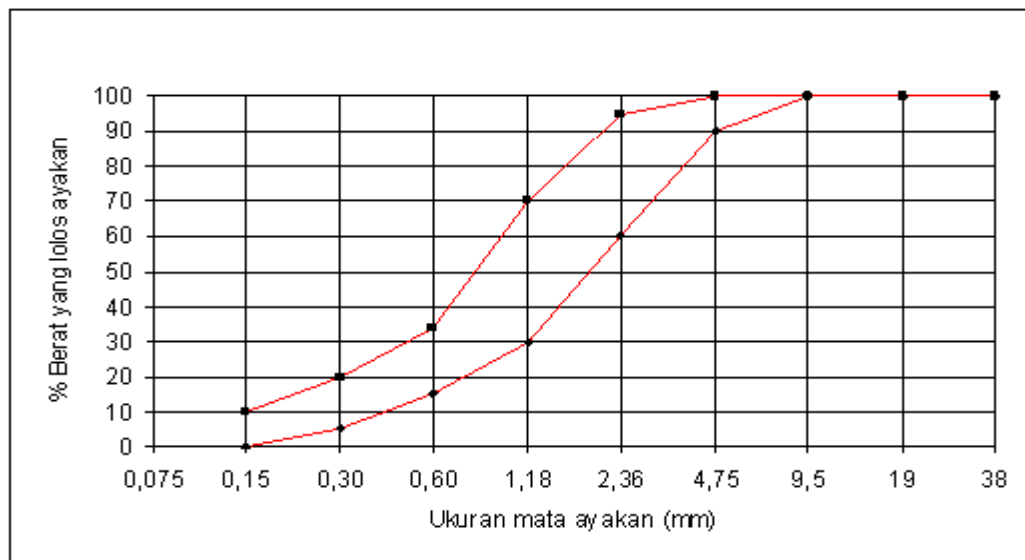
1. Menghemat pemakaian semen.
2. Menambah kekuatan beton.
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.

SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 sampai Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

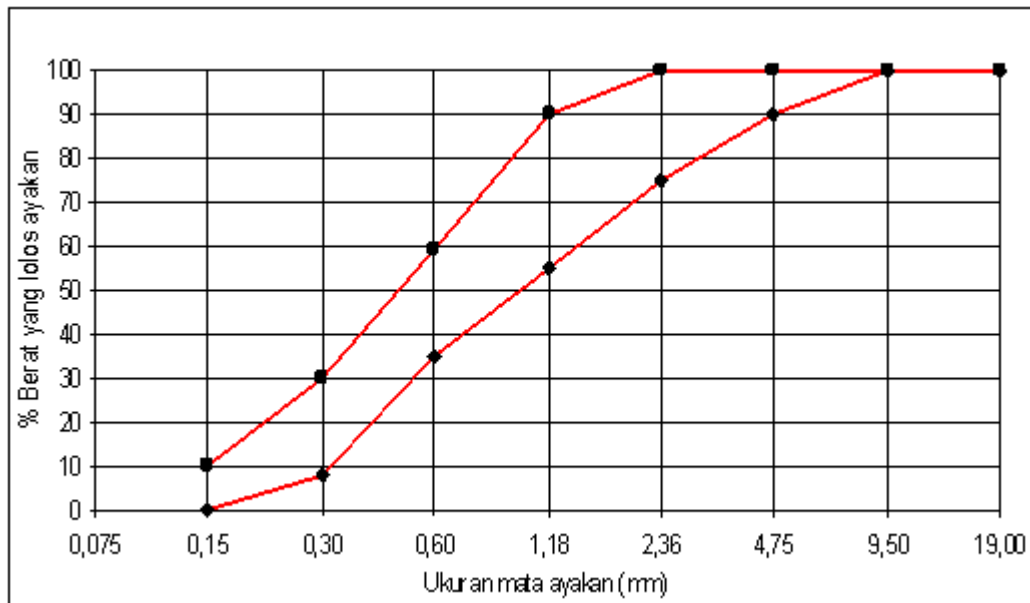
Tabel 2.2: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

| Lubang Ayakan (mm) | No | Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan | | | |
|--------------------|--------|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| | | I | II | III | IV |
| 10 | 3/8 in | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4,8 | No.4 | 90-100 | 90-100 | 90-100 | 95-100 |
| 2,4 | No.8 | 60-95 | 75-100 | 85-100 | 95-100 |
| 1,2 | No.16 | 30-70 | 55-90 | 75-100 | 90-100 |
| 0,6 | No.30 | 15-34 | 35-59 | 60-79 | 80-100 |
| 0,3 | No.50 | 5-20 | 8-30 | 12-40 | 15-50 |
| 0,25 | No.100 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-15 |

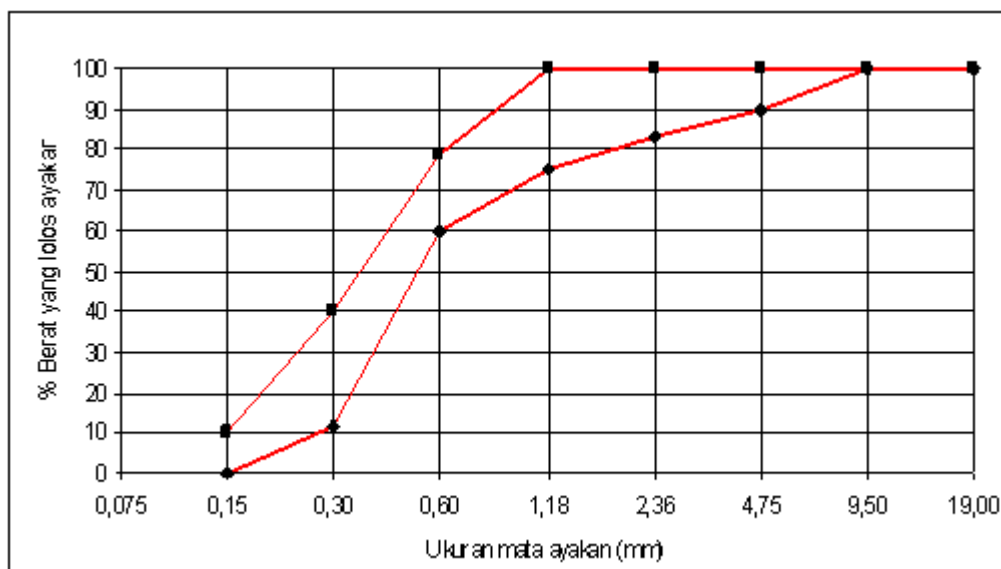
- Keterangan: - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.



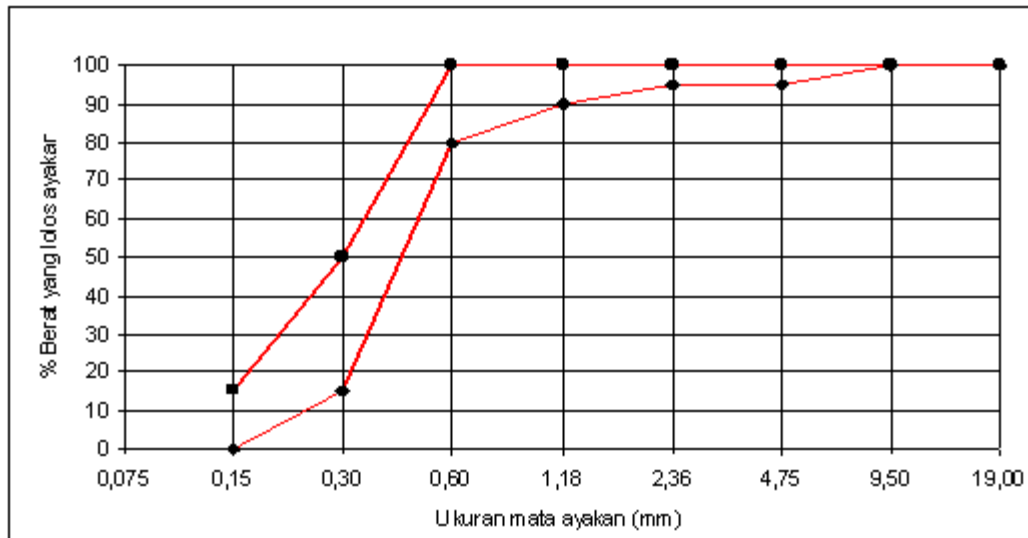
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-2000).

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI, agregat halus diteliti terhadap:

1. Modulus kehalusan.
2. Berat jenis.
3. Penyerapan (*Absorpsi*).
4. Kadar air.
5. Kadar lumpur.
6. Berat isi.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). (Menurut SNI 1970-2008)

Menurut standar SK SNI S-04-1989-F, agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Butir-butirnya keras dan tidak berpori, indeks kekerasan ≤ 5 % (diuji dengan goresan batang tembaga). Bila diuji dengan bejana Rudeloff atau Los Angeles.

2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan). Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %.
3. Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 1 %.
4. Tidak boleh mengandung zat-zat yang raktif terhadap alkali.
5. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %.
6. Modulus halus butir antara 6 – 7,10 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
7. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari : $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $\frac{1}{3}$ tebal pelat beton, $\frac{3}{4}$ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

2.3.3 Air

Air juga tidak kalah penting dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton. Pastinya air merupakan pemersatu proses pencampuran dari agregat dan semen, atau bahkan bahan tambah maupun zat *additive*. Air digunakan pada campuran beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton maka akan menurunkan kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelecekan beton atau daya kerjanya menjadi berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar dapat memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaannya, tetapi kekuatan hancur beton akan menjadi rendah. Proporsi air ini dinyatakan dalam Faktor Air Semen (*water cement ratio*) atau yang sering kita singkat dengan FAS, yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan beton tersebut.

Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio semen sebesar 0,45 hingga 0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air,

namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerjanya. Bilamana daya kerja beton rendah, maka diperlukan zat *additive*, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik, tanpa mempengaruhi kekuatan atau faktor air semen.

Menurut SNI 03-2874-2002, proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam Aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion Klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
 - Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

Tabel 2.3: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

| Kandungan Unsur kimia | Konsentrasi (Maksimum) |
|---|------------------------|
| Chloride | |
| a. Beton prategang | 500 ppm |
| b. Beton bertulang | 1000 ppm |
| Alkali ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{K}_2\text{O}$) | 600 ppm |

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

| Kandungan Unsur kimia | Konsentrasi (Maksimum) |
|---------------------------|------------------------|
| Sulfat (SO ₄) | 1000 ppm |
| Total solid | 50000 ppm |

2.3.4. Jerami Padi

Jerami merupakan batang padi yang terdiri dari batang, pucuk, kelopak daun, daun dan kaya akan serat kasar. Serat jerami padi merupakan satu limbah *lignoselulosa* yang tiap tahun di hasilkan secara melimpah di Indonesia. Limbah ini belum dimanfaatkan secara efektif. Sebagian kecil saja dari limbah ini yang telah dimanfaatkan seperti untuk pembuatan kertas dan pengganti makanan ternak. Sebagian besar masih dimusnahkan dengan cara pembakaran. Cara ini terus menerus mendapat kritikan karena dapat menambah polusi udara. Potensi jerami padi lebih ekonomis, ramah lingkungan, dan beratnya cukup ringan. Selain itu serat jerami padi berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, yang tidak akan habis pada suatu saat nanti, sehingga terjamin ketersediaannya.

Jerami merupakan bagian tanaman yang telah tua yang memiliki kandungan lignin dan silikat yang menyebabkan daya cerna ternak ruminansia terhadap jerami rendah. Jerami padi merupakan limbah yang selama ini tidak banyak dimanfaatkan, sehingga dalam waktu yang relatif panjang keberadaan limbah tersebut mendatangkan masalah tersendiri antara lain pencemaran.

Tabel 2.4: Komposisi kimia jerami padi (Suharno, 1979)

| Komponen | Kandungan |
|------------------------|-----------|
| Menurut suharno (1979) | |
| Kadar air | 9,02 |
| Protein kasar | 3,03 |
| Lemak | 1,18 |
| Serat kasar | 35,68 |
| Abu | 17,71 |
| Karbohidrat kasar | 33,71 |

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

| Komponen | Kandungan |
|-----------------------------|-----------|
| Menurut DTC-IPB | |
| Karbohidrat (zat arang) | 1,33 |
| Hydrogen | 1,54 |
| Oksigen | 33,64 |
| Silikat (SiO ₂) | 16,98 |

2.3.5. Keramik

Keramik merupakan salah satu jenis penutup lantai yang memiliki beberapa keunggulan, diantaranya harga yang relatif murah, mempunyai motif yang beragam dengan ukuran yang beragam pula. Bahan baku keramik yang paling sering digunakan adalah *felspard*, *ball clay*, kwarsa, *kaolin*, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Secara umum, keramik mempunyai sifat rapuh, kuat, dan kaku, serta mempunyai kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan kekuatan tariknya. Jika dilihat dari tipenya, keramik terbagi menjadi dua jenis, yaitu keramik *glazed* dan keramik *unglazed*. Keramik *glazed* adalah keramik yang diberi lapisan atau *glazur* yang dipakai untuk membuat motif atau tekstur pada salah satu permukaan keramik. Dengan adanya lapisan ini, keramik menjadi tahan air atau api dan mudah dibersihkan karena sangat padat dan tidak berpori. Keramik *unglazed* adalah keramik yang tidak diberi lapisan *glazur* sehingga pembuatan motif dilakukan secara langsung pada tahap produksi. Keramik jenis ini biasanya mempunyai ukuran yang cukup tebal dan berkualitas lebih tinggi dibandingkan keramik lainnya. Jika dibedakan menurut kerapatannya dan kemampuan menyerap air, keramik dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu:

- a. Keramik yang mempunyai daya serap lebih dari 7%. Keramik jenis ini biasa digunakan di dalam ruangan karena kurang tahan jika terjadi perubahan suhu.
- b. Keramik yang mempunyai daya serap antara 3-7% dengan kualitas yang tidak jauh berbeda dengan jenis keramik pertama.
- a. Keramik yang mempunyai daya serap sekitar ½ hingga 3% dan biasa

digunakan di luar ruangan tetapi tidak boleh terkena sinar matahari secara langsung.

- b. Keramik yang mempunyai daya serap $\leq \frac{1}{2} \%$ dan biasa digunakan di luar ruangan yang terkena sinar matahari secara langsung.

Jika dilihat dari proses produksinya, keramik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu keramik *bicottura* dan keramik *monocottura*. Keramik *bicottura* adalah jenis keramik yang dibuat dengan cara dibakar sebanyak dua kali. Pembakaran pertama untuk permukaan bawah dan pembakaran kedua untuk memberi lapisan glazur. Keramik ini lebih cocok digunakan untuk menutupi bagian dinding, bukan untuk lantai. Keramik *monocottura* adalah jenis keramik yang dibuat dengan cara dibakar sebanyak satu kali. Jenis keramik ini mempunyai kualitas tinggi dan tahan lama, serta baik untuk digunakan menutup lapisan lantai. Selain itu, jika dilihat dari permukaannya, keramik dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu keramik dengan permukaan licin dan mengkilat, keramik dengan permukaan tidak mengkilat atau *doff*, keramik dengan permukaan tekstur biasa, dan keramik dengan permukaan siku pada sisinya. Keramik dengan permukaan licin dan mengkilat biasa digunakan untuk dinding dan lantai yang kondisinya selalu kering. Keramik dengan permukaan tidak mengkilat biasa dipakai pada bangunan bergaya minimalis. Keramik yang digunakan pada pengujian merupakan keramik yang dihasilkan dari limbah bangunan.

2.4. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f'_c pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S)

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 2.5 Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar dengan bahan uji coba kurang dari 15, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus diambil tidak kurang dari $(f'_c + 12 \text{ MPa})$.

Tabel 2.5: Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-2000).

| Jumlah Pengujian | Faktor Pengali Deviasi Standar |
|------------------|--------------------------------|
| Kurang dari 15 | $f'_c + 12 \text{ Mpa}$ |
| 15 | 1,16 |
| 20 | 1,08 |
| 25 | 1,03 |
| 30 atau lebih | 1,00 |

3. Perhitungan nilai tambah (margin) dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan, (Mulyono, 2005).

| Tingkat mutu pekerjaan | S (MPa) |
|------------------------|---------|
| Memuaskan | 2,8 |
| Sangat Baik | 3,5 |
| Baik | 4,2 |
| Cukup | 5,6 |
| Jelek | 7,0 |
| Tanpa Kendali | 8,4 |

4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan rumus:

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (2.1)$$

dengan:

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata perlu, MPa

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis semen *portland*

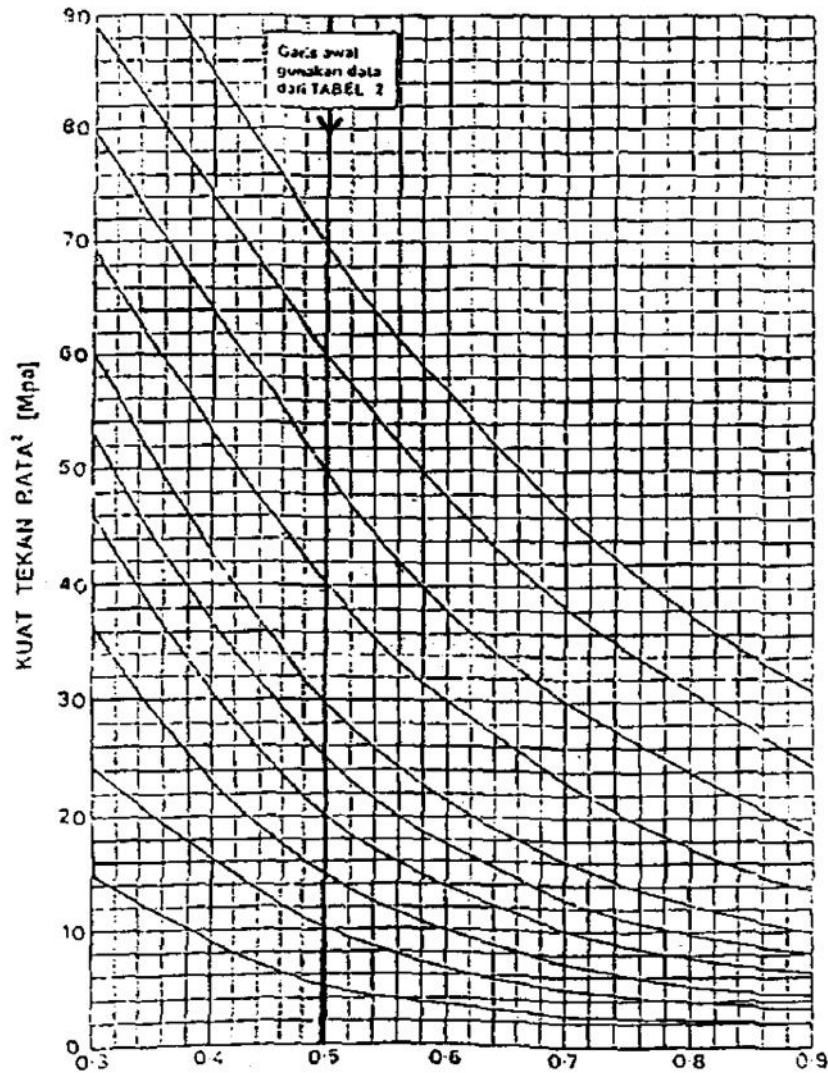
Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6. Penetapan jenis agregat

Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diperoleh dari dari Gambar 2.6.



Gambar 2.5: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai *slump*.

Penetapan nilai *slump* ditentukan, berupa 0 – 10 mm, 10 – 30 mm, 30 – 60 mm atau 60 - 180 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10 mm, 20 mm atau 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.7: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-2000).

| Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm) | Jenis Agregat | Slump (mm) | | | |
|--|-------------------|------------|-------|-------|--------|
| | | 0-10 | 10-30 | 30-60 | 60-180 |
| 10 | Batu tak di pecah | 150 | 180 | 205 | 225 |
| | Batu pecah | 180 | 205 | 230 | 250 |
| 20 | Batu tak di pecah | 137 | 160 | 180 | 195 |
| | Batu pecah | 170 | 190 | 210 | 225 |
| 40 | Batu tak di pecah | 115 | 140 | 160 | 175 |
| | Batu pecah | 155 | 175 | 190 | 205 |

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (2.2)$$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan:

$$W_{s_{mn}} = 1/F_{as} * W_{air} \quad (2.3)$$

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.9, 2.10, dan 2.11. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.8: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000).

| Lokasi | Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg) | Nilai faktor Air-Semen Maksimum |
|---|--|--|
| Beton di dalam ruang bangunan: a. Keadaan keliling non-korosif b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif | 275 325 | 0,60 0,52 |
| Beton di luar ruangan bangunan: a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung | 325 275 | 0,60 0,60 |
| Beton masuk ke dalam tanah: a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinyu berhubungan: a. Air tawar b. Air laut | 325 | 0,55 Lihat Tabel 2.10 Lihat Tabel 2.11 |

Tabel 2.9: Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834-2000).

| Kadar sulfat | Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂ | | | Tipe Semen | Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³) | | | F.A.S |
|--------------|--|-----------------|-------------------------------------|---|--|-----|-----|-------|
| | Dalam Tanah | | SO ₃ dalam air tanah g/l | | Mm | Mm | Mm | |
| 1. | Kurang dari 0,2 | Kurang dari 1,0 | Kurang dari 0,3 | Tipe Ideng an atau tanpa Pozolan (15-40%) | 80 | 300 | 350 | 0,5 |

Tabel 2.9: Lanjutan.

| Kadar sulfat | Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂ | | | Tipe Semen | Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³) | | | F.A.S |
|--------------|--|----------------|-------------------------------------|---|--|-----|-----|-------|
| | Dalam Tanah | | SO ₃ dalam air tanah g/l | | Mm | Mm | Mm | |
| 2 | 0,3 - 1,2 | 0,2 - 0,5 | 1,0 - 0,9 | Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%) | 290 | 330 | 350 | 0,5 |
| | | | | Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan | 270 | 310 | 360 | 0,55 |
| | | | | Tipe II atau Tipe V | 250 | 290 | 340 | 0,55 |
| 3. | 0,5 - 1 | 1,9 - 3,1 | 1,2 - 2,5 | Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan | 340 | 380 | 430 | 0,45 |
| | | | | Tipe II atau Tipe V | 290 | 330 | 380 | 0,50 |
| 4. | 1,0 - 2,0 | 3,1 - 5,6 | 2,5 - 5,0 | Tipe II atau Tipe V | 330 | 370 | 420 | 0,45 |
| 5. | Lebih dari 2,0 | Lebih dari 5,6 | Lebih dari 5,0 | Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung | 330 | 370 | 420 | 0,45 |

Tabel 2.10: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kepad air (SNI 03-2834-2000).

| Jenis beton | Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan | Faktor air maks. | Tipe semen | Kandungan semen minimum (kg/m ³) | |
|---------------------------|--|------------------|---|--|-------|
| | | | | Ukurannominal Maksimum agregat | |
| | | | | 40 | 20 mm |
| Bertulang atau Pra tegang | Air tawar | 0,50 | Tipe-V | 280 | 300 |
| | Air payau | 0,45 | Tipe I + Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan | 340 | 380 |
| | Air laut | 0,50 | Tipe II atau Tipe V | | |

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

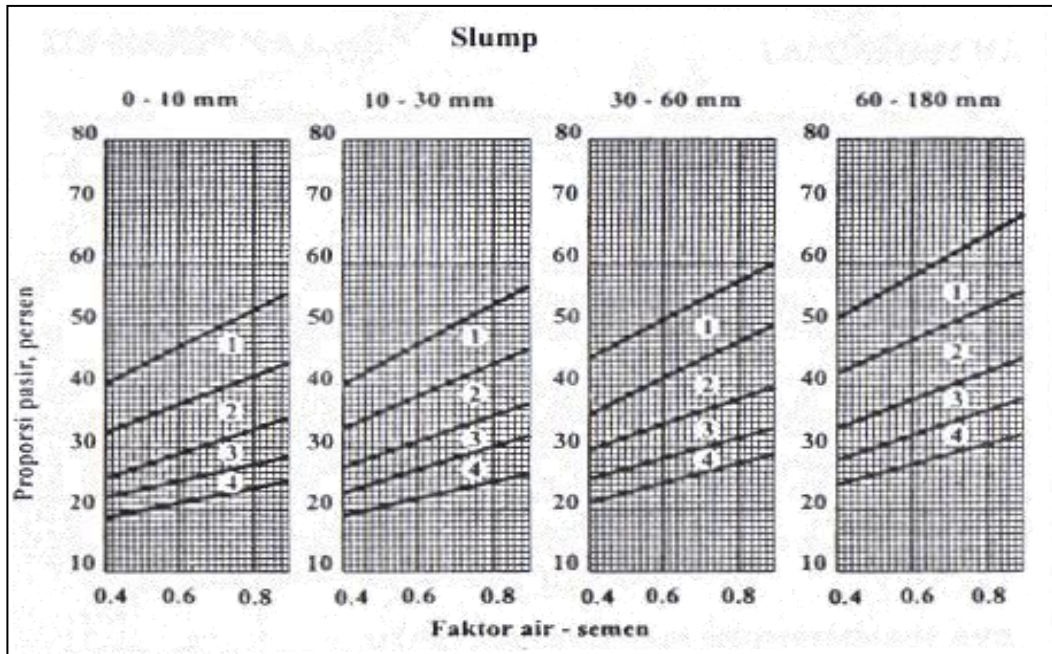
16. Penetapan jenis agregat halus:

Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1), agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).

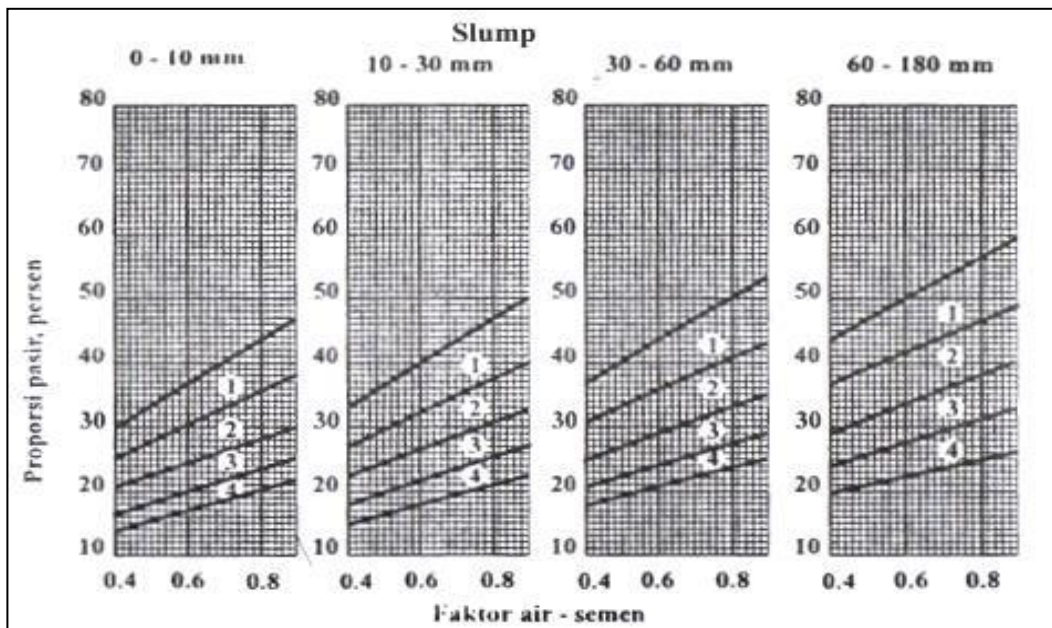
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.

18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

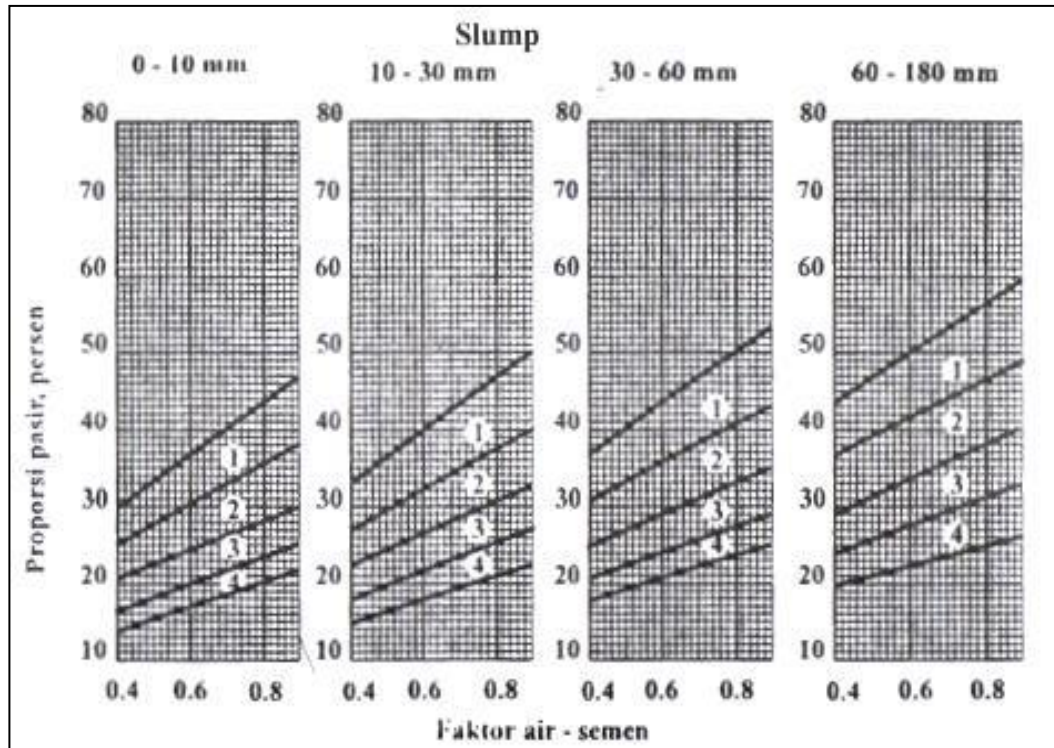
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7, Gambar 2.8, dan Gambar 2.9.



Gambar 2.6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ camp} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk} \quad (2.4)$$

Dimana:

$B_{j \text{ camp}}$ = berat jenis agregat campuran

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.10.

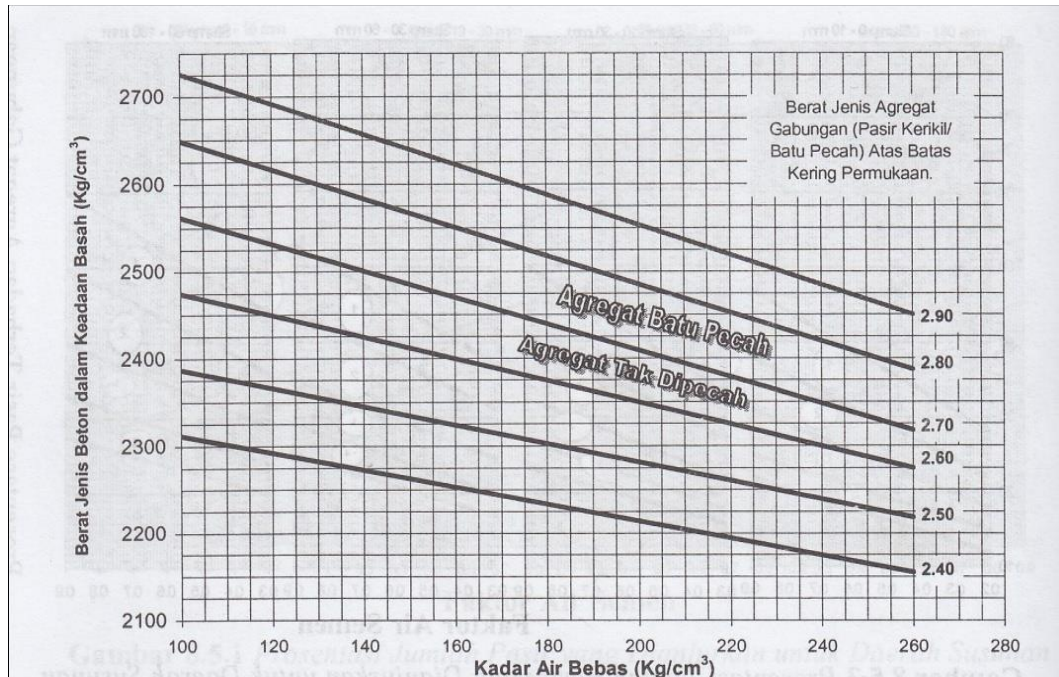
21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{agr, \text{camp}} = W_{bt} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.5)$$

Dengan:

- $W_{agr,camp}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)
- W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg/m^3)
- W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg/m^3)
- W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg/m^3)



Gambar 2.9: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

22. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,h} = K_h \times W_{agr,camp} \tag{2.6}$$

Dengan:

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,k} = K_k \times W_{agr,camp} \tag{2.7}$$

Dengan :

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%)

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m^3 adukan.

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.8)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (2.9)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (2.10)$$

Dengan:

B adalah jumlah air (kg/m^3)

C adalah agregat halus (kg/m^3)

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m^3)

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%)

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%)

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

2.5. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambah (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat

diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat.

2.6. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya.

Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. Water (Standar Curing)

Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan media air. Beton direndam didalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut.

2. Exposed Atmosfer

Disini beton dibiarkan setelah dibuka dari cetakan didalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.

3. Sealed atau wropping

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

4. Steam Curing (perawatan uap)

Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80-150°C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

5. Autoclave

Perawatan beton dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

2.7. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan (*Compressive Strength*) untuk setiap umur beton dan kuat tekan rata-ratanya tergantung pada karakteristik pemakain semen, penggunaan bahan lain pembentuk beton dan kehalusan bahan tambahan.

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan sebesar:

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.11)$$

Dimana:

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm²)

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.12.

Tabel 2.11: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993).

| Umur Pengujian | Toleransi Waktu yang Diizinkan |
|----------------|--------------------------------|
| 24 jam | 0,5 jam atau 2,1 % |
| 3 hari | 2 jam atau 2,8 % |
| 7 hari | 6 jam atau 3,6 % |
| 28 hari | 20 jam atau 3,0 % |
| 90 hari | 48 jam atau 2,2 % |

Pengujian kuat tekan beton dilakukan umumnya pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Jumlah hari pengujian kuat tekan dapat destimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefisien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

$$f(\text{estimasi 28 hari}) = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien}} \quad (2.12)$$

Dimana:

$f(\text{estimasi 28 hari})$ = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm^2)

$f(\text{saat pengujian})$ = kuat tekan saat pengujian (kg/cm^2)

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.12 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.12: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

| Umur (hari) | 7 | 14 | 21 | 28 |
|-------------|------|------|------|------|
| Koefisien | 0,65 | 0,88 | 0,95 | 1,00 |

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, yaitu:

1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan

Fungsi dari faktor air semen yaitu:

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- b. Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar lebih mudah dalam pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya. Semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton, namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini, nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65 (Mulyono, 2004). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semuatujuan, beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang

sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik. (Murdock dan Brooks, 1979).

2. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

3. Jenis dan jumlah semen

Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuan penggunaannya. Jenis-jenis semen dapat sesuai SK SNI S-04-1989-F.

4. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah:

- Kekasaran permukaan: Pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut.
- Kekerasan agregat kasar.
- Gradasi agregat.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

3.1.1. Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh.

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- *Los Angeles*.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tekan beton.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai *aditive*, SNI-03-2834 (2000), PBI (Peraturan Beton Indonesia), serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

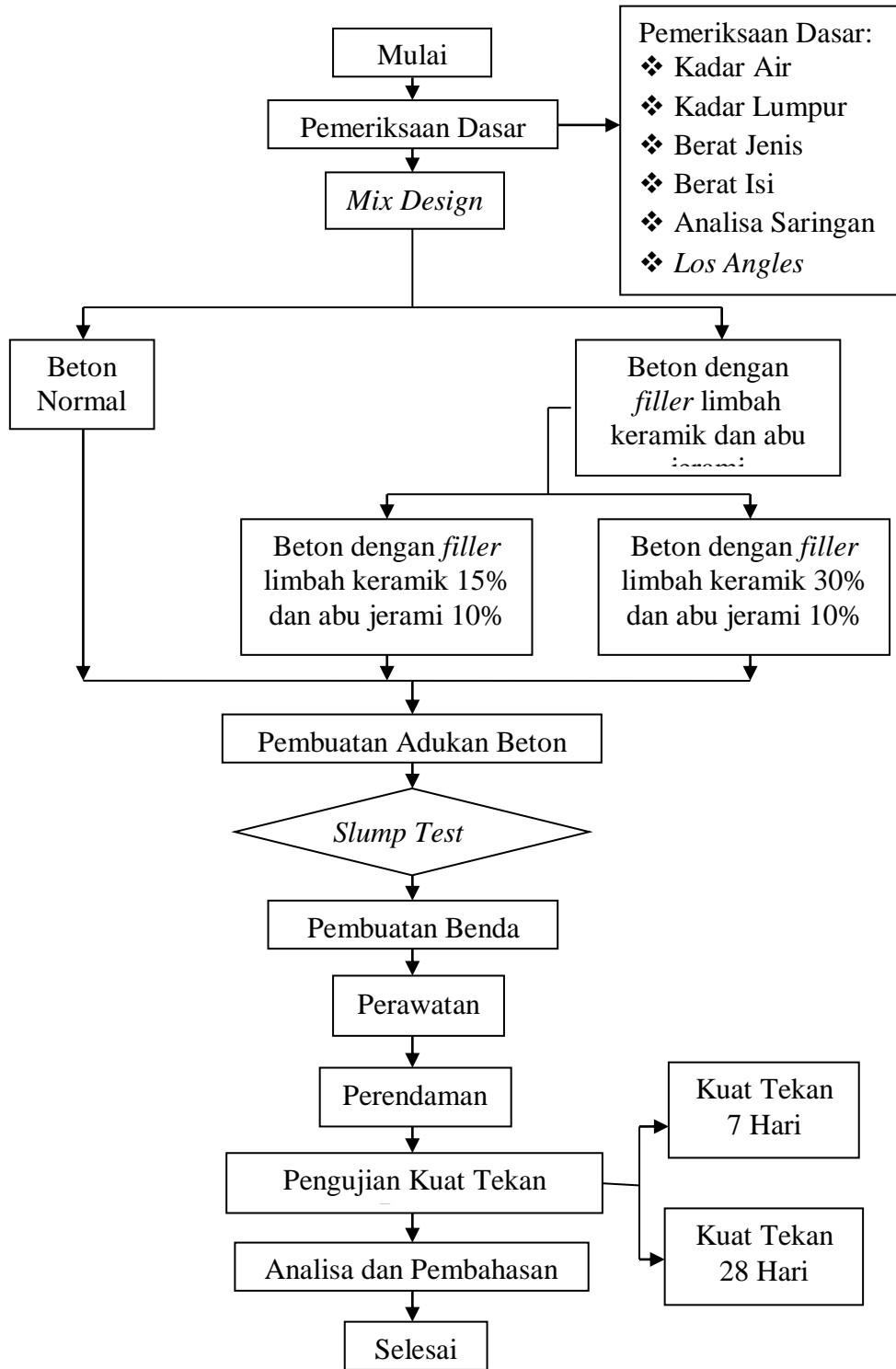
Adapun penjelasan tentang langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat dan bahan sebelum memulai/melakukan pemeriksaan dasar yang terdiri dari satu set saringan halus dan satu set saringan kasar, serta bahan berupa agregat halus dan agregat kasar.
2. Pemeriksaan dasar yang akan dilakukan antara lain, kadar air, kadar lumpur, berat jenis, berat isi, analisa saringan.
3. Menghitung analisa mix design dari hasil pemeriksaan dasar untuk mengetahui perbandingan pada campuran beton.
4. Pembuatan *mix design* dibimbing langsung oleh dosen pembimbing agar tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan atau perencanaan. Dalam pembuatan *mix design* maka akan diketahui berapa banyak agregat yang akan dibutuhkan dalam pembuatan benda uji yang terdiri dari beton normal dan beton variasi.
5. Menyiapkan bahan untuk campuran beton variasi sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan limbah keramik kemudian mulai menghancurkannya menjadi potong-potongan kecil lalu di saring dengan ayakan agregat kasar sampai lolos saringan $\frac{3}{4}$ " tertahan di $\frac{3}{8}$ ".
 - b. Menyiapkan jerami padi kemudian di bakar sampai menjadi abu, setelah jerami padi menjadi abu maka dapat disaring dengan ayakan No. 200 untuk *filler* semen.
6. Setelah bahan siap maka mulai pembuatan campuran beton normal terlebih dahulu. Pertama hidupkan *mixer* lalu masukkan agregat kasar dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil, kemudian masukkan agregat halus dimulai dari yang terbesar hingga yang terkecil diikuti dengan memasukkan $\frac{1}{3}$ air yang terlebih dulu dibagi menjadi 3 bagian, setelah itu masukkan semen kedalam *mixer* dan diikuti dengan $\frac{2}{3}$ air. Biarkan adukan beton tercampur rata kemudian masukkan air terakhir secara perlahan dan memastikan kelecekan pada adukan beton segar. Setelah semua tercampur rata jatuhkan adukan beton segar kepan yang sudah disiapkan sebelumnya. Hak yang sama juga dilakukan pada pembuatan beton variasi yang diikuti dengan memasukkan *filler-filler* yang sudah disiapkan.
7. Sebelum beton segar di masukkan kedalam cetakan perlu dilakukan pengujian *slump* untuk mengetahui berapa banyak air yang di kandung dalam beton

segar tersebut apakah sudah sesuai dengan standart yang sudah di tentukan. Cara pengujian pertama menyiapkan kerucut *abrams* dan meletakkannya di atas plat baja, setelah itu masukkan beton segar sebanyak 1/3 dari kerucut *abrams* kemudia menusuknya sebanyak 25 kali, dan melakukan hal yang sama dengan memasukkan 2/3 kemudian sampai penuh lalu meratakan permukaan dan menahan kedua sisi kuping kerucut *abrams* selama ± 30 detik. Kemudian angkat kerucut *abrams* biarkan sampai beton segar mengalami keruntuhan, lalu mengukur keruntuhan tersebut dari tinggi kerucut *Abrams* dengan menggunakan mistar, maka di dapatlah nilai tinggi *slump*.

8. Setelah cetakan siap masukkan beton segar kedalam cetakan sebanyak 1/3 lalu menusuknya sebanyak 25 kali, melakukan hal yang sama sampai penuh. Memukul-mukul bagian sisi luar dari cetakan sampai rongga pada beton tertutup dan memastikan bahwa beton padat dan meratakan permukaan beton dengan sedok semen. Setelah selesai beton ditutup dengan kaca dan diamankan didalam suhu ruang selama ± 24 jam.
9. Perawatan beton dilakukan dengan merendam beton yang sudah didiamkan selama ± 24 jam dan sudah dikeluarkan dari cetakan, lalu dimasukkan kedalam bak penuh air dan direndam selama 28 hari. untuk selanjutnya melakukan hal yang sama merendam beton di dalam bak penuh air selama 7 hari.
10. Beton yang sudah direndam selama 28 hari di angkat dan ditimbang kemudian dijemur selama ± 4 jam. Menyiapkan mesin penguji (*Compression test*) melakukan pengujian kuat tekan. Setelah benda uji di letakkan di mesin penguji, kemudian menghidupkan alat penguji dan melakukan pembebanan pada benda uji sampai benda uji mengalami keretakan atau sampai jarum berwarna merah berhenti, lalu mencatat hasil maksimum dengan membaca jarum berwarna hitam. Melakukan hal yang sama pada benda uji yang direndam selama 7 hari.
11. Setelah semua hasil sudah didapat maka pengujian selesai.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Februari 2018 hingga Mei 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang PPC (*Portland Pozzolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran 38.1 mm yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Keramik

Keramik yang diambil dari sisa-sisa pembangunan rumah warga

e. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

f. Jerami Padi

Jerami Padi yang diambil dari sisa hasil pertanian.

g. Abu Jerami Padi

Hasil pembakaran dari Jerami Padi.

3.3.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

a. Alat-alat pendukung pengujian material.

b. Timbangan digital.

c. Alat pengaduk beton (*mixer*).

d. Cetakan benda uji berbentuk kubus.

e. Mesin kompres (*compression test*).

3.4. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material sampai di lokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan nantinya dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

3.5. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan dilaboratorium mengikuti panduan dari SNI 03-2834-2000 tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.6.1. Kadar Air Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus.

| Pengujian | Contoh 1 | Contoh 2 | Rata-rata |
|--|----------|----------|-----------|
| Berat contoh SSD dan berat wadah (W1) | 663 | 1032 | 848 |
| Berat contoh kering oven & berat wadah (W2) | 652 | 1020 | 836 |
| Berat wadah (W3) | 163 | 532 | 348 |
| Berat Air (W1-W2) | 11 | 12 | 11,5 |
| Berat contoh kering (W2-W3) | 489 | 488 | 488,5 |
| Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$ | 2,25 | 2,46 | 2,35 |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, didapat hasil kadar air rata-rata sebesar 2,35 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama nilai kadar air sebesar 2,25 % sedangkan percobaan yang kedua sebesar 2,46 %.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

| Agregat Halus Lolos Saringan No.4 | Contoh 1 | Contoh 2 | Rata-rata |
|---|----------|----------|-----------|
| Berat contoh kering (gr) | 500 | 500 | 500 |
| Berat contoh setelah dicuci (gr) | 478 | 476 | 477 |
| Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr) | 22 | 24 | 23 |
| Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%) | 4,4 | 4,8 | 4,6 |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, didapat hasil kadar lumpur agregat halus rata-rata sebesar 4,6%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali,

percobaan pertama nilai kadar air sebesar 4,4% sedangkan percobaan yang kedua sebesar 4,8% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu < 5 %.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari hasil penyelidikan di dapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

| Lolos ayakan No. 4 | 1 | 2 | Rata-rata |
|--|------|-------|-----------|
| Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B) | 500 | 500 | 500 |
| Berat contoh SSD kering oven (110 ⁰ c) Sampai Konstan (E) | 491 | 491 | 491 |
| Berat Piknometer penuh air (D) | 658 | 692,3 | 675,7 |
| Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C) | 959 | 999 | 979 |
| Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$ | 2,47 | 2,54 | 2,505 |
| Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$ | 2,51 | 2,58 | 2,54 |
| Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$ | 2,58 | 2,66 | 2,62 |
| Penyerapan (Absorbtion) $[(B - E) / B] \times 100 \%$ | 1,83 | 1,83 | 1,83 |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,54 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu Dry < SSD < Semu dengan nilai 2,505 < 2,54 < 2,62 dan penyerapan rata-rata

sebesar 1,83%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

| No | Pengujian | | Unit | Contoh 1 | Contoh 2 | Contoh 3 |
|----|----------------------|---|--------------------|----------|----------|----------|
| 1 | Berat contoh & wadah | | gr | 19765 | 19978 | 19875 |
| 2 | Berat wadah | | gr | 5400 | 5400 | 5400 |
| 3 | Berat contoh | | gr | 14365 | 14578 | 14475 |
| 4 | Volume wadah | | cm ³ | 10861,71 | 10861,71 | 10861,71 |
| 5 | Berat Isi | ¾ | gr/cm ³ | 1,323 | 1,342 | 1,333 |
| 6 | Rata-rata | | gr/cm ³ | 1,332 | | |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, didapat hasil berat isi agregat halus rata-rata sebesar 1,332 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $> 1,3 \text{ kg/m}^3 = 1300 \text{ gr/cm}^3$.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan gregat halus.

| Nomor Saringan | Berat Tertahan | | | | Kumulatif | |
|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-----------|-------|
| | Contoh 1 (gr) | Contoh 2 (gr) | Berat Total (gr) | % | Tertahan | Lolos |
| | | | | | | 100 |
| 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| ¾ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 3/8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| No. 4 | 82 | 93 | 175 | 8,33 | 8,33 | 91,67 |
| No. 8 | 72 | 93 | 165 | 7,86 | 16,19 | 83,81 |
| No. 16 | 59 | 47 | 106 | 5,05 | 21,24 | 78,76 |
| No. 30 | 301 | 318 | 619 | 29,48 | 50,71 | 49,29 |
| No.50 | 298 | 281 | 579 | 27,57 | 78,29 | 21,71 |
| No. 100 | 162 | 105 | 267 | 12,71 | 91 | 9,00 |
| Pan | 126 | 63 | 189 | 9,00 | 100,00 | 0,00 |
| Total | 1100 | 1000 | 2100 | 100 | | |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan dari hasil pengujian didapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu: 2,66 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 2,60 – 2,90 dalam kategori Pasir Sedang.

Total berat pasir = 2100 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{175}{2100} \times 100\% = 8,33 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{165}{2100} \times 100\% = 7,86 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{106}{2100} \times 100\% = 5,05 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{619}{2100} \times 100\% = 29,48 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{579}{2100} \times 100\% = 27,57 \%$$

$$\text{No. 100} = \frac{267}{2100} \times 100\% = 12,71 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{189}{2100} \times 100\% = 9 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{No.4} = 0 + 8,33 = 8,33 \%$$

$$\text{No.8} = 8,33 + 7,86 = 16,19 \%$$

$$\text{No.16} = 16,19 + 5,05 = 21,24 \%$$

$$\text{No.30} = 21,24 + 29,48 = 50,71 \%$$

$$\text{No.50} = 50,71 + 27,57 = 78,29 \%$$

$$\text{No.100} = 78,29 + 12,71 = 91 \%$$

$$\text{Pan} = 91 + 9 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 265,76 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{265,76}{100} \end{aligned}$$

$$\text{FM} = 2,66$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\text{No.4} = 100 - 8,33 = 91,67 \%$$

$$\text{No.8} = 100 - 16,19 = 83,81 \%$$

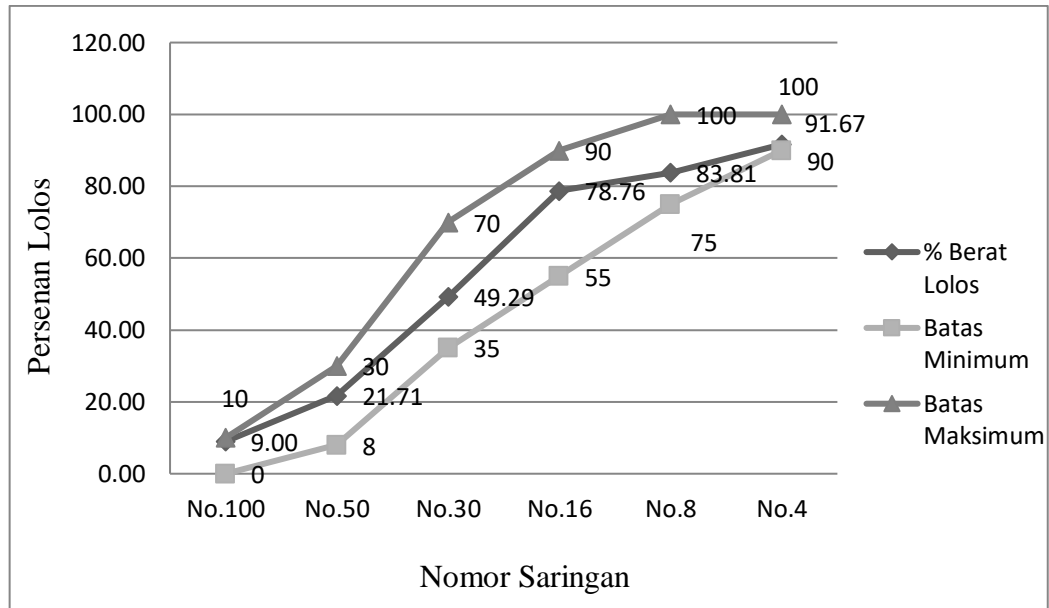
$$\text{No.16} = 100 - 21,24 = 78,76 \%$$

$$\text{No.30} = 100 - 50,71 = 49,29 \%$$

$$\text{No.50} = 100 - 78,29 = 21,71 \%$$

$$\text{No.100} = 100 - 91 = 9 \%$$

$$\text{Pan} = 100 - 100,00 = 0,00 \%$$



Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.8 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,66 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 pasir sedang seperti pada Gambar 3.2.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

| Pengujian | Contoh 1 | Contoh 2 | Rata-rata |
|--|----------|----------|-----------|
| Berat contoh SSD dan berat wadah (W1) | 3220 | 3427 | 3323,5 |
| Berat contoh kering oven & berat wadah (W2) | 3202 | 3410 | 3306 |
| Berat wadah (W3) | 520 | 527 | 523 |
| Berat Air (W1-W2) | 18 | 17 | 17,5 |
| Berat contoh kering (W2-W3) | 2682 | 2883 | 2782,5 |
| Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$ | 0,671 | 0,590 | 0,63 |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar air agregat kasar rata-rata sebesar 0,63% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 0,5% – 1,5%.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa, sehingga dapat diketahui seberapa besar kadar lumpur dari agregat kasar yang diperiksa. Pada tabel dijelaskan nilai kadar lumpur yang didapat dari perbandingan antara berat kotoran agregat kasar yang lolos saringan No. 200 dengan berat kering contoh awal.

Tabel 3.7: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

| Agregat Kasar Diameter Maksimum 40mm | Contoh 1 | Contoh 2 | Rata-rata |
|--|----------|----------|-----------|
| Berat contoh kering (gr) | 1000 | 1000 | 1000 |
| Berat contoh setelah dicuci (gr) | 994,3 | 993 | 993,7 |
| Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr) | 5,7 | 7 | 6,4 |
| Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%) | 0,57 | 0,7 | 0,6 |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, didapat hasil kadar lumpur agregat kasar rata-rata sebesar 0,6% dan dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $< 1 \%$.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

| Pengujian | 1 | 2 | Rata-rata |
|---|------|------|-----------|
| Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh A | 3200 | 3400 | 3300 |
| Berat contoh (SSD) kering oven (1100) Sampai Konstan C | 3175 | 3376 | 3275,5 |
| Berat contoh (SSD) di dalam air B | 1972 | 2184 | 2078 |
| Berat jenis contoh kering $C / (A - B)$ | 2,59 | 2,78 | 2,685 |
| Berat jenis contoh SSD $A / (A - B)$ | 2,61 | 2,79 | 2,7 |
| Berat jenis contoh semu $C / (C - B)$ | 2,64 | 2,83 | 2,735 |
| Penyerapan $[(A - C) / C] 100\%$ | 0,71 | 0,71 | 0,75 |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,7 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $\text{Dry} < \text{SSD} < \text{Semu}$ dengan nilai $2,685 < 2,7 < 2,735$. Sedangkan penyerapan rata-rata sebesar 0,75%.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

| No. | Pengujian | Unit | Contoh 1 | Contoh 2 | Contoh 3 |
|-----|----------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| 1 | Berat contoh & wadah | gr | 31456 | 32458 | 31350 |
| 2 | Berat wadah | gr | 6500 | 6500 | 6500 |
| 3 | Berat contoh | gr | 24956 | 25958 | 24850 |
| 4 | Volume wadah | cm ³ | 15465,21 | 15465,21 | 15465,21 |
| 5 | Berat Isi | gr/cm ³ | 1,614 | 1,678 | 1,607 |
| 6 | Rata-rata | gr/cm ³ | 1,633 | | |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, didapat hasil berat isi agregat kasar rata-rata sebesar 1,633 gr/cm³. dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu > 1,600 gr/cm³.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

| Nomor Saringan | Berat Tertahan | | | | Kumulatif | |
|----------------|----------------|----------|-------------|-------|-----------|-------|
| | Contoh 1 | Contoh 2 | Berat Total | % | Tertahan | Lolos |
| | (gr) | (gr) | (gr) | | | |
| 1,5 | 147 | 89 | 236 | 3,93 | 3,93 | 96,07 |
| ¾ | 978 | 889 | 1867 | 31,12 | 35,05 | 64,05 |
| 3/8 | 1178 | 1087 | 2265 | 37,75 | 72,80 | 27,70 |
| No. 4 | 697 | 935 | 1632 | 27,20 | 100,00 | 0,00 |
| No. 8 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| No. 16 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| No. 30 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| No.50 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| No. 100 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| Pan | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| Total | 3000 | 3000 | 6000 | 100 | | |

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, pemeriksaan analisa saringan agregat kasar, dari hasil pengujian didapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu: 7,12 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 5,00–7,50 dalam kategori kerikil (Batu Pecah) ukuran maksimum 40 mm.

Total berat batu pecah = 6000 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{236}{6000} \times 100\% = 3,93 \%$$

$$3/4 = \frac{1867}{6000} \times 100\% = 31,12 \%$$

$$3/8 = \frac{2265}{6000} \times 100\% = 37,75 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1632}{6000} \times 100\% = 27,20 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 3,93 = 3,93 \%$$

$$3/4 = 3,93 + 31,12 = 35,05 \%$$

$$3/8 = 35,05 + 37,75 = 72,80 \%$$

$$\text{No.4} = 72,80 + 27,20 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 711,78

$$\text{FM (Modulus kehalusan)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100}$$

$$= \frac{711,78}{100}$$

$$\text{FM} = 7.12$$

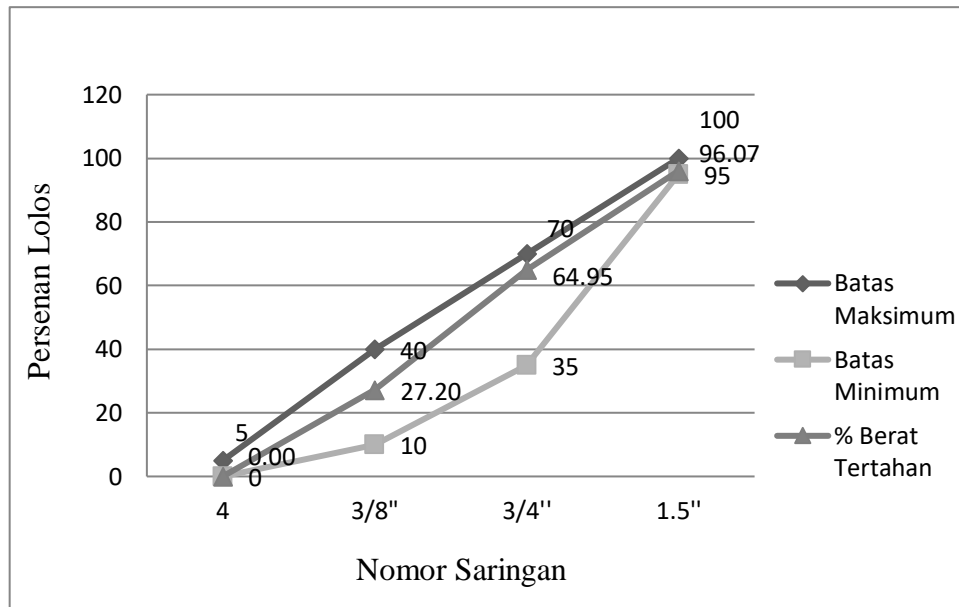
- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$1,5 = 100 - 3,93 = 96,07 \%$$

$$3/4 = 100 - 35,05 = 64,05 \%$$

$$3/8 = 100 - 72,80 = 27,70 \%$$

$$\text{No. 4} = 100 - 100 = 0 \%$$



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar pada Tabel 3.10 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,12 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3.

3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1982) serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000gr
- Berat sample setelah pengujian = 3885 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan

dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

Tabel 3.11: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.

| No. Saringan | Berat awal (gr) | Berat akhir (gr) |
|----------------|-----------------------------|------------------|
| 37,5 (1,5 in) | - | - |
| 19,1 (3/4 in) | 2500 | - |
| 12,5 (1/2 in) | 2500 | 1141 |
| 9,50 (3/8 in) | - | 1260 |
| 4,75 (No. 4) | - | 955 |
| 2,36 (No. 8) | - | 351 |
| 1,18 (No. 16) | - | - |
| 0,60 (No. 30) | - | - |
| 0,30 (No. 50) | - | - |
| 0,15 (No. 100) | - | - |
| Pan | - | 178 |
| Total | 5000 | 3885 |
| | Berat lolos saringan No. 12 | 1115 |
| | Keausan (%) | 22,3% |

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 3885}{5000} \times 100\% = 22,3\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, Nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan pada hasil pengujian diatas adalah 22,3% dan hasil tersebut telah memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu lebih kecil dari 50%.

3.8. Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia).

3.9. Pelaksanaan Penelitian

3.9.1. Trial Mix

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.9.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk kubus yang berjumlah 30 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.9.3. Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standard yang telah ditetapkan.

3.9.4. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 7 dan 28 hari.

3.9.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat beton dan persentase penyerapan air pada beton.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Tabel 4.1: Data-data dari hasil pengujian dasar.

| Nama Percobaan | Hasil |
|----------------------------|--------------------------|
| Berat jenis agregat kasar | 2,70 gr/cm ³ |
| Berat jenis agregat halus | 2,54 gr/cm ³ |
| Kadar lumpur agregat kasar | 0,60 % |
| Kadar lumpur agregat halus | 4,6 % |
| Berat isi agregat kasar | 1,633 gr/cm ³ |
| Berat isi agregat halus | 1,332 gr/cm ³ |
| FM agregat kasar | 7,12 |
| FM agregat halus | 2,66 |
| Kadar air agregat kasar | 0,63 % |
| Kadar air agregat halus | 2,35 % |
| Penyerapan agregat kasar | 0,75 % |
| Penyerapan agregat halus | 1,83 % |
| Keausan agregat | 22,3 % |
| Nilai slump rencana | 30-60 mm |
| n agregat maksimum | 40 mm |

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa yang terlampir pada

Tabel 4.2: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

| PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000 | | | |
|--|--------|-----------------------------|-------|
| No. | Uraian | Tabel/Gambar Perhitungan | Nilai |

| | | | | | |
|------------------------------------|---|------------|---------------------------|---|---------|
| 1 | Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus) | Ditetapkan | 35 MPa | | |
| 2 | Deviasi Standar | - | 12 MPa | | |
| 3 | Nilai tambah (margin) | - | 5,6 MPa | | |
| 4 | Kekuatan rata-rata yang ditargetkan | 1+2+3 | 52,6 MPa | | |
| 5 | Jenis semen | | Tipe I | | |
| 6 | Jenis agregat: | Ditetapkan | Batu pecah Binjai | | |
| | - kasar - halus | Ditetapkan | Pasir alami Binjai | | |
| 7 | Faktor air-semen bebas | | 0,44 | | |
| 8 | Faktor air-semen maksimum | Ditetapkan | 0,60 | | |
| 9 | Slump | Ditetapkan | 30-60 mm | | |
| 10 | Ukuran agregat maksimum | Ditetapkan | 40 mm | | |
| 11 | Kadar air bebas | Tabel 4.7 | 170 kg/m ³ | | |
| 12 | Jumlah semen | 11:7 | 386,36 kg/m ³ | | |
| 13 | Jumlah semen maksimum | Ditetapkan | 386,36 kg/m ³ | | |
| 14 | Jumlah semen minimum | Ditetapkan | 275 kg/m ³ | | |
| 15 | Faktor air-semen yang disesuaikan | - | 0,44 | | |
| 16 | Susunan besar butir agregat halus | Gambar 3.2 | Daerah gradasi zona 2 | | |
| 17 | Susunan agregat kasar atau gabungan | Gambar 3.3 | Gradasi maksimum 40 mm | | |
| 18 | Persen agregat halus | Gambar 4.2 | 35 % | | |
| 19 | Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan) | Ditetapkan | 2.64 | | |
| 20 | Berat isi beton | Gambar 4.3 | 2425 kg/m ³ | | |
| 21 | Kadar agregat gabungan | 20-12-11 | 1868,64 kg/m ³ | | |
| 22 | Kadar agregat halus | 18 x 21 | 654,02 kg/m ³ | | |
| 23 | Kadar agregat kasar | 21-22 | 1214,62 kg/m ³ | | |
| 24 | Proporsi campuran | Semen (kg) | Air (kg) | Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg) | |
| | | | | Halus | Kasar |
| | - Tiap m ³ | 386,36 | 170 | 654,02 | 1214,62 |
| - Tiap campuran uji m ³ | 1 | 0,44 | 1,69 | 3,14 | |

Tabel 4.2: Lanjutan.

| No. | Uraian | Tabel/Gambar | | Nilai | |
|-----|---|--------------|------|-------|------|
| | | Perhitungan | | | |
| 24 | - Tiap campuran uji 0,003375 m ³ | 1,30 | 0,57 | 2,22 | 4,09 |

| | | | | | |
|----|--|--------|--------|--------|---------|
| | (1 kubus) | | | | |
| 25 | Koreksi proporsi campuran | | | | |
| | - Tiap m ³ | 386,36 | 168,31 | 657,45 | 1213,16 |
| | - Tiap campuran uji m ³ | 1 | 0,4 | 1,70 | 4,14 |
| | - Tiap campuran uji 0,003375m ³ (1 kubus) | 1,30 | 0,57 | 2,22 | 4,09 |

Maka, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m³ adalah:

| | | | | | | |
|--------|---|-------|---|--------|---|------------|
| Semen | : | Air | : | Pasir | : | Batu Pecah |
| 386,36 | : | 168,3 | : | 657,45 | : | 1213,16 |
| 1 | : | 0,44 | : | 1,43 | : | 2,22 |

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

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

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 386,36 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 1,30 \text{ kg}$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 657,45 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 2,22 \text{ kg}$
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 1213,16 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 4,09 \text{ kg}$

- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak air x Volume 1 benda uji
 = $168,3 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 0,57 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Air : Pasir : Batu Pecah
 1,30 : 0,57 : 2,22 : 4,09

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

| Nomor saringan | % berat tertahan | Rumus | | Berat tertahan (kg) |
|----------------|------------------|--|---------------|---------------------|
| | | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$ | berat kerikil | |
| 1,5 | 3,93 | $\frac{3,93}{100} \times$ | 4,09 | 0,16 |
| $\frac{3}{4}$ | 31,12 | $\frac{31,12}{100} \times$ | 4,09 | 1,27 |
| 3/8 | 37,75 | $\frac{37,75}{100} \times$ | 4,09 | 1,54 |
| No. 4 | 27,20 | $\frac{27,20}{100} \times$ | 4,09 | 1,12 |
| Total | | | | 4,09 |

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,16 kg, saringan 3/4 sebesar 1,27 kg, saringan 3/8 sebesar 1,54 kg dan saringan no 4 sebesar 1,12 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,09 kg.

Tabel 4.4: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

| Nomor | % berat | Rumus | Berat |
|-------|---------|-------|-------|
|-------|---------|-------|-------|

| saringan | tertahan | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{berat pasir}$ | tertahan (kg) |
|----------|----------|---|---------------|
| No.4 | 8,23 | $\frac{8,23}{100} \times 2,22$ | 0,18 |
| No.8 | 7,86 | $\frac{7,86}{100} \times 2,22$ | 0,17 |
| No.16 | 5,05 | $\frac{5,05}{100} \times 2,22$ | 0,11 |
| No.30 | 29,48 | $\frac{29,48}{100} \times 2,22$ | 0,65 |
| No.50 | 27,57 | $\frac{27,57}{100} \times 2,22$ | 0,61 |
| No.100 | 12,71 | $\frac{12,57}{100} \times 2,22$ | 0,27 |
| Pan | 12,05 | $\frac{12,05}{100} \times 2,22$ | 0,26 |
| Total | | | 2,25 |

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,18 kg, saringan no 8 sebesar 0,17 kg, saringan no 16 sebesar 0,11 kg, saringan no 30 sebesar 0,65 kg, saringan no 50 sebesar 0,61 kg, saringan no 100 sebesar 0,27 kg, dan pan sebesar 0,26 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,25 kg.

b. Bahan *filler* agregat kasar

Untuk penggunaan bahan *filler* agregat kasar tertahan saringan 3/8 menggunakan limbah keramik sebesar 15 % dan 30 % dapat dilihat pada Tabel 4.5.

- Limbah keramik yang dibutuhkan sebanyak 15 % untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{15}{100} \times \text{berat agregat kasar} \\
 &= \frac{15}{100} \times 1,54 \text{ kg} \\
 &= 0,231 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka, agregat kasar tertahan saringan 3/8” yang digunakan

$$\begin{aligned} \text{adalah} &= 1,54 - 0,231 \\ &= 1,329 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Limbah keramik yang dibutuhkan sebanyak 30% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{30}{100} \times \text{berat agregat kasar} \\ &= \frac{30}{100} \times 1,54 \text{ kg} \\ &= 0,462 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat kasar tertahan saringan 3/8” yang digunakan

$$\begin{aligned} \text{adalah} &= 1,54 - 0,462 \\ &= 1,072 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.5: Banyak limbah keramik dan agregat kasar tertahan saringan 3/8 yang dibutuhkan untuk 1 benda uji.

| Penggunaan Bahan Ganti | Berat limbah keramik (kg) | Berat Agregat kasar tertahan saringan 3/8” (kg) |
|------------------------|---------------------------|---|
| 15% | 0,231 | 1,329 |
| 30% | 0,462 | 1,072 |

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah penggunaan *filler* dan agregat kasar tertahan saringan 3/8” sebesar 15% adalah 0,231 kg untuk berat serbuk kaca dan 1,362 kg untuk berat agregat kasar, jumlah bahan *filler* dan agregat kasar tertahan saringan 3/8” sebesar 30% adalah 0,462 kg untuk berat limbah keramik dan 1,072 kg untuk berat agregat kasar.

c. Bahan *filler* semen

Untuk penggunaan bahan *filler* semen lolos saringan nomor 200 menggunakan abu jerami padi sebesar 10% dapat dilihat pada Tabel 4.6.

- Limbah keramik yang dibutuhkan sebanyak 10 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{10}{100} \times \text{berat semen}$$

$$= \frac{10}{100} \times 1,30 \text{ kg}$$

$$= 0,13 \text{ kg}$$

Maka, agregat kasar tertahan saringan 3/8" yang digunakan adalah $= 1,30 - 0,130$
 $= 1,17 \text{ kg}$

Tabel 4.6: Banyak abu jerami padi dan semen lolos saringan No. 200 yang dibutuhkan untuk 1 benda uji.

| Penggunaan Bahan Ganti | Berat abu jerami padi lolos saringan No. 200 (kg) | Berat semen (kg) |
|------------------------|---|------------------|
| 10% | 0,13 | 1,17 |

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah penggunaan *filler* dan semen lolos saringan No. 200 sebesar 10% adalah 0,13 kg untuk berat abu jerami padi dan 1,3 kg untuk berat semen.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 30 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 30 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 30 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 30 benda uji
 - = $1,30 \times 30$
 - = 39 kg
 - Untuk beton bahan filler 10%
 - = banyak semen untuk 1 benda uji x 10
 - = $1,17 \times 10$
 - = 11,7 kg
- Batu pecah tertahan saringan 3/8" yang dibutuhkan untuk 30 benda uji
 - Untuk beton normal
 - = banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 10
 - = $1,54 \times 10$
 - = 15,4 kg
 - Untuk beton bahan *filler* 15%

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 10 \\
&= 1,329 \times 10 \\
&= 13,29 \text{ kg}
\end{aligned}$$

➤ Untuk beton bahan *filler* 30%

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 10 \\
&= 1,072 \times 10 \\
&= 10,72 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Maka, jumlah batu pecah tertahan saringan 3/8" yang dibutuhkan untuk 30 benda uji adalah: $15,40 + 13,29 + 10,72 = 39,41$ kg, untuk jumlah semen dibutuhkan untuk benda uji adalah 13kg.

Sedangkan untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan batu pecah yang dibutuhkan untuk 30 benda uji

- Pasir yang dibutuhkan untuk 30 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{Banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 30 \\
&= 2,22 \times 30 \\
&= 66,66 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 30 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{Banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 30 \\
&= 4,09 \times 30 \\
&= 122,7 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 30 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{Banyak air untuk 1 benda uji} \times 30 \\
&= 0,57 \times 30 \\
&= 17,1 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Perbandingan untuk 30 benda uji dalam satuan kg adalah:

| | | | | | | |
|-------|---|-------|---|------------|---|------|
| Semen | : | Pasir | : | Batu pecah | : | Air |
| 39 | : | 66,6 | : | 122,7 | : | 17,1 |

Berdasarkan analisa saringan untuk 30 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji.

| Nomor saringan | % berat tertahan | Rumus | | Berat tertahan (Kg) |
|----------------|------------------|---|--------------------|---------------------|
| | | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$ | X berat batu pecah | |
| 1,5 | 3,93 | $\frac{3,93}{100}$ | X 122,7 | 4,82 |
| $\frac{3}{4}$ | 31,12 | $\frac{31,12}{100}$ | X 122,7 | 38,18 |
| 3/8 | 37,75 | $\frac{37,75}{100}$ | X 122,7 | 46,32 |
| No. 4 | 27,20 | $\frac{27,20}{100}$ | X 122,7 | 33,37 |
| Total | | | | 122,7 |

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 4,82 kg, saringan 3/4 sebesar 38,18 kg, saringan 3/8 sebesar 46,32 kg dan saringan no 4 sebesar 33,37 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 30 benda uji sebesar 122,7 kg.

Tabel 4.8: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji.

| Nomor saringan | % berat tertahan | Rumus | | Berat tertahan (kg) |
|----------------|------------------|---|---------------|---------------------|
| | | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$ | x berat pasir | |
| No.4 | 8,23 | $\frac{8,23}{100}$ | x 66,6 | 5,48 |
| No.8 | 7,86 | $\frac{7,86}{100}$ | x 66,6 | 5,23 |

Tabel 4.8: Lanjutan.

| Nomor saringan | % berat tertahan | Rumus | | Berat tertahan (kg) |
|----------------|------------------|---|---------------|---------------------|
| | | $\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$ | x berat pasir | |
| No.16 | 5,05 | $\frac{5,05}{100}$ | x 66,6 | 3,36 |

| | | | |
|--------|-------|---------------------------------|-------|
| No. 30 | 29,48 | $\frac{29,48}{100} \times 66,6$ | 19,63 |
| No.50 | 27,57 | $\frac{27,57}{100} \times 66,6$ | 18,36 |
| No.100 | 12,71 | $\frac{12,71}{100} \times 66,6$ | 8,46 |
| Pan | 12,05 | $\frac{12,05}{100} \times 66,6$ | 8,02 |
| Total | | | 68,54 |

Berdasarkan Tabel 4.7 dan 4.8 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 30 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 5,48 kg, saringan no 8 sebesar 5,23 kg, saringan no 16 sebesar 3,36 kg, saringan no 30 sebesar 19,63 kg, saringan no 50 sebesar 18,36 kg, saringan no 100 sebesar 8,46 kg, dan pan sebesar 8,02 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 30 benda uji sebesar 68,54 kg.

4.1.1. Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 35 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

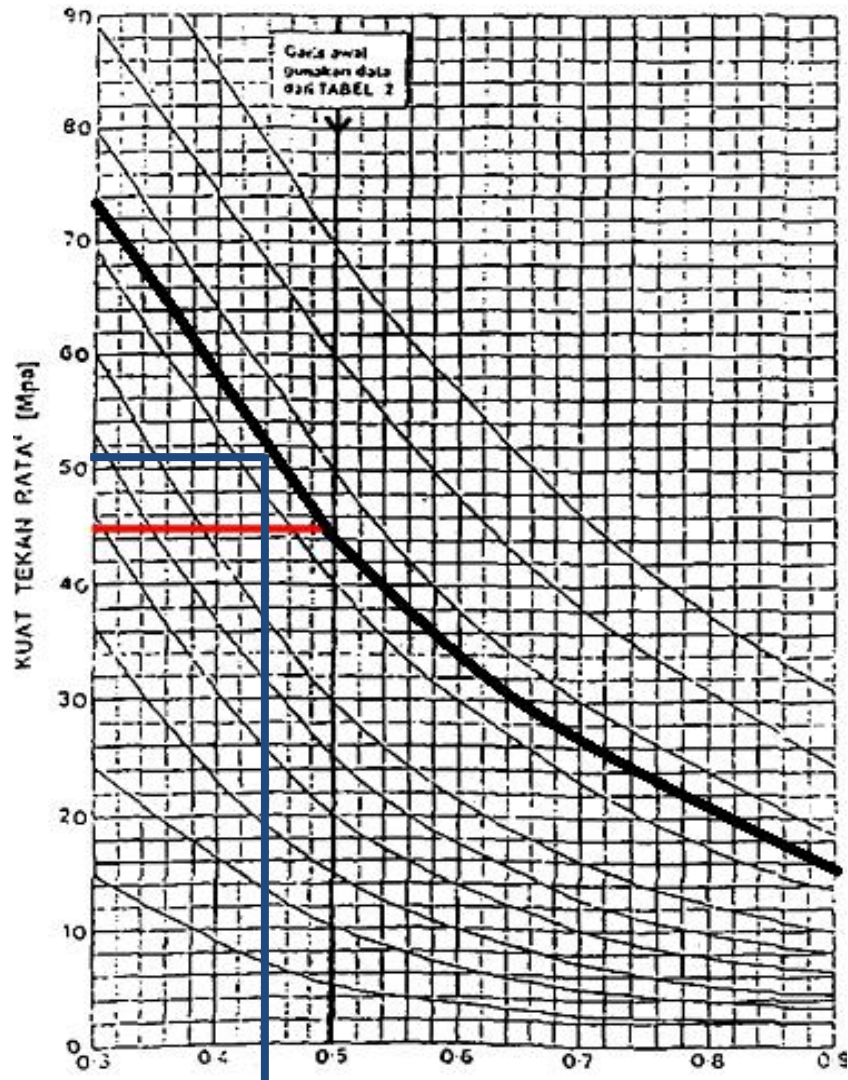
$$f_{cr} = f_c + m$$

$$f_{cr} = 35 + 17,6$$

$$= 52,6 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :

- agregat kasar = batu pecah
 - agregat halus alami = pasir
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 52,6 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 2.11. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.

9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.9.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 2.10 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

| Slump (mm) | 30-60 | |
|--|---------------------|------------|
| Ukuran besar butir agregat maksimum (mm) | batu tak dipecahkan | batu pecah |
| 40 | 160 | 190 |

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.1.

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

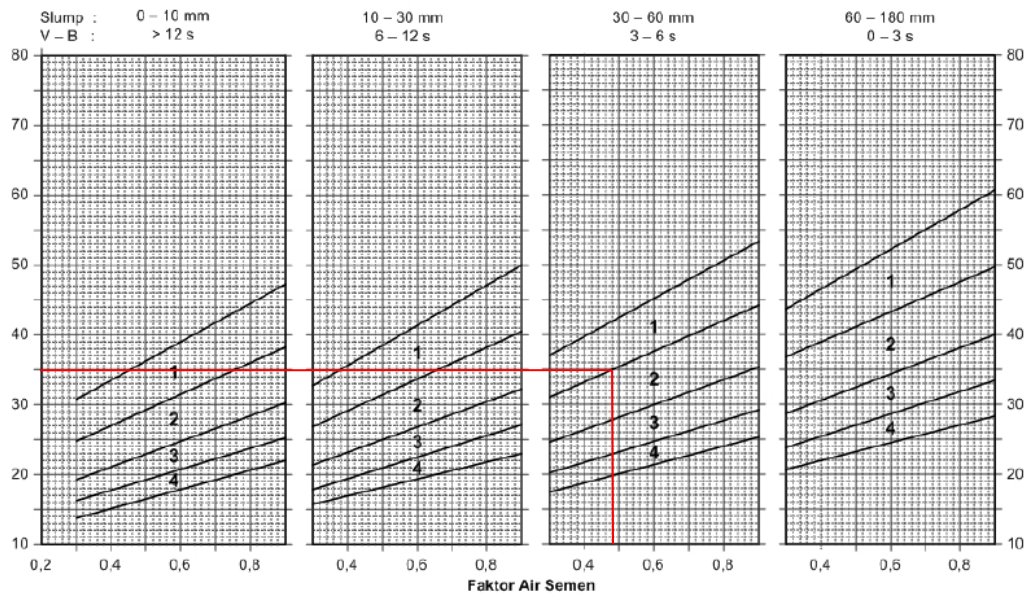
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$= \frac{2}{3} \times 160 + \frac{1}{3} \times 190$$

$$= 170 \text{ kg/m}^3$$

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0.44 = 386,36 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.11. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air-semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.5.

18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 2.9 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,35. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 35%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2.



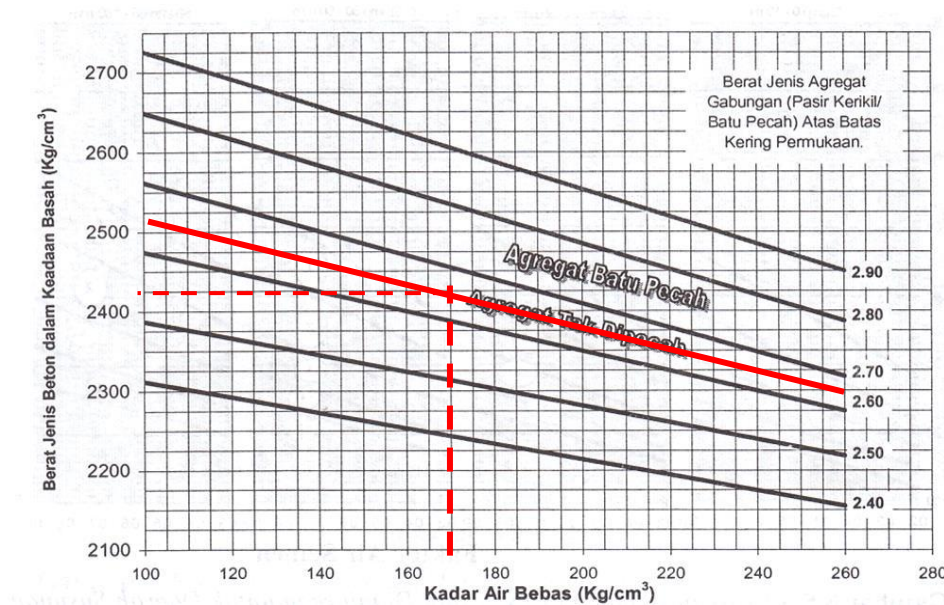
Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm(SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,54
- BJ agregat kasar = 2,7
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,35 \times 2,54) + (0,65 \times 2,7)$
= 2,64%

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,69. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m³), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2425 kg/m³.



Gambar 4.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton(SNI 03-2834-2000).

21. Kadar agregat gabungan = (berat isi beton) – (jumlah kadar semen + kadar air)
 $= 2425 - (386,36 + 170) = 1868,64 \text{ kg/m}^3$
22. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)
 $= \frac{35}{100} \times 1868,64 = 654,02 \text{ kg/m}^3$
23. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus
 $= 1868,64 - 654,02 = 1214,62 \text{ kg/m}^3$
24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.
 untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 386,36 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 654,02 kg
- Agregat kasar = 1214,62 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.8, 2.9, dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (2,354 - 1,83) \times \frac{654,02}{100} - (0,63 - 0,75) \times \frac{1214,62}{100} \\
 &= 168,3 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 6054,02 + (2,354 - 1,83) \times \frac{654,02}{100} \\
 &= 657,45 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 1214,62 + (0,63 - 0,75) \times \frac{1214,62}{100} \\
 &= 1213,16 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kubus sebagai benda uji dengan ukuran sisi 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 30 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton

Beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula–mula masukkan 1/3 dari jumlah air yang sudah disiapkan di dalam gelas ukur, dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu agregat kasar dimulai dari agregat terkecil hingga terbesar, agregat halus dimulai dari agregat terkecil hingga terbesar, dan semen, kemudian masukan 2/3 air dari jumlah air yang sudah disiapkan. Setelah diaduk rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan campuran tampak homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan

Sebelum beton di masukkan kedalam cetakan terlebih dahulu cetakan dioleskan vaselin untuk mempermudah saat memisahkan beton dengan cetakan apabila beton sudah mengeras, lalu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul–pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditentukan. Ruang penyimpanan harus bebas gataran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

4.3. Slump Test

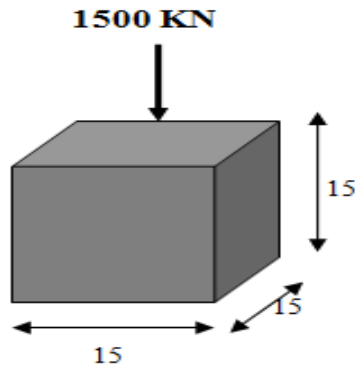
Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu tahan kerucut *abrams* selama 30 detik kemudian angkat kerucut *abrams* secara perlahan keatas tanpa gerakan lateral atau torsional, ukur keruntuhan dari selisih kerucur *abrams* dengan adukan adalah nilai *slump*.

Tabel 4.10: Hasil *slump test* beton normal, beton dengan *filler* limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10%, dan limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10%.

| | Beton Normal | | Beton dengan <i>filler</i> limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% | | Beton dengan <i>filler</i> limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% | |
|--------------|--------------|-----|---|-----|---|-----|
| | 7 | 28 | 7 | 28 | 7 | 28 |
| <i>Slump</i> | 3 | 4,7 | 3 | 3,9 | 3,9 | 3,9 |
| (cm) | 4,5 | 5 | 4,6 | 5 | 4,3 | 4 |

4.4. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan panjang sisi 15 cm dan jumlah benda uji 30 buah, seperti pada Gambar 4.4, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.4: Beban tekan pada benda uji kubus.

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan sisi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal (saat pengujian)

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 5 buah. Hasil kuat tekan beton normal 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa) | Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa) | f'_c rata-rata (MPa) |
|-------------|----------------------|---|---------------------------------------|------------------------|
| Umur 7 hari | | | | |
| 1 | 59000 | 26,22 | 40,34 | 40,34 |
| 2 | 60000 | 26,67 | 41,03 | |
| 3 | 60000 | 26,67 | 41,03 | |
| 4 | 58000 | 25,78 | 39,66 | |
| 5 | 58000 | 25,78 | 39,66 | |

Tabel 4.11: Lanjutan.

| | | | | |
|--------------|--|--|--|--|
| Umur 28 hari | | | | |
|--------------|--|--|--|--|

| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa) | Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa) | f'_c rata-rata (MPa) |
|-----------|----------------------|---|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | 82000 | 36,44 | 36,44 | 35,11 |
| 2 | 81000 | 36 | 36 | |
| 3 | 78000 | 34,67 | 34,67 | |
| 4 | 78000 | 34,67 | 34,67 | |
| 5 | 76000 | 33,77 | 33,77 | |

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 7 dan 28 hari. Dari 5 benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 40,34 MPa pada umur beton 7 hari dan 35,11 MPa untuk umur beton 28 hari.

4.4.2. Kuat Tekan Beton *Filler* Limbah Keramik 15% dan Abu Jerami Padi 10% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi *filler* limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 5 buah. Hasil kuat tekan beton dengan *filler* limbah keramik dan jerami padi 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan beton *filler* limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10%.

| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa) | Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa) | f'_c rata-rata (MPa) |
|-------------|----------------------|---|---------------------------------------|------------------------|
| Umur 7 hari | | | | |
| 1 | 78000 | 34,67 | 53,34 | 47,86 |
| 2 | 72000 | 32 | 49,23 | |
| 3 | 70000 | 31,11 | 47,86 | |
| 4 | 68000 | 30,22 | 46,49 | |

Tabel 4.12: Lanjutan.

| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² f' _c = (P/A) (MPa) | Estimasi 28 hari f' _c /0,65 (MPa) | f' _c rata-rata (MPa) |
|--------------|----------------------|--|---|---------------------------------|
| 5 | 62000 | 27,56 | 42,4 | 47,86 |
| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² f' _c = (P/A) (MPa) | Estimasi 28 hari f' _c /1,00 (MPa) | f' _c rata-rata (MPa) |
| Umur 28 hari | | | | |
| 1 | 84000 | 37,33 | 37,33 | 36,89 |
| 2 | 85000 | 37,78 | 37,78 | |
| 3 | 83000 | 36,89 | 36,89 | |
| 4 | 81000 | 36 | 36 | |
| 5 | 82000 | 36,44 | 36,44 | |

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *filler filler* limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 47,86 MPa dan 36,89 MPa pada estimasi 28 hari.

4.4.3. Kuat Tekan Beton *Filler* Limbah Keramik 30% dan Abu Jerami Padi 10% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi *filler* limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 5 buah. Hasil kuat tekan beton dengan *filler* limbah keramik dan abu jerami padi 7 hari dan estimasi 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.15.

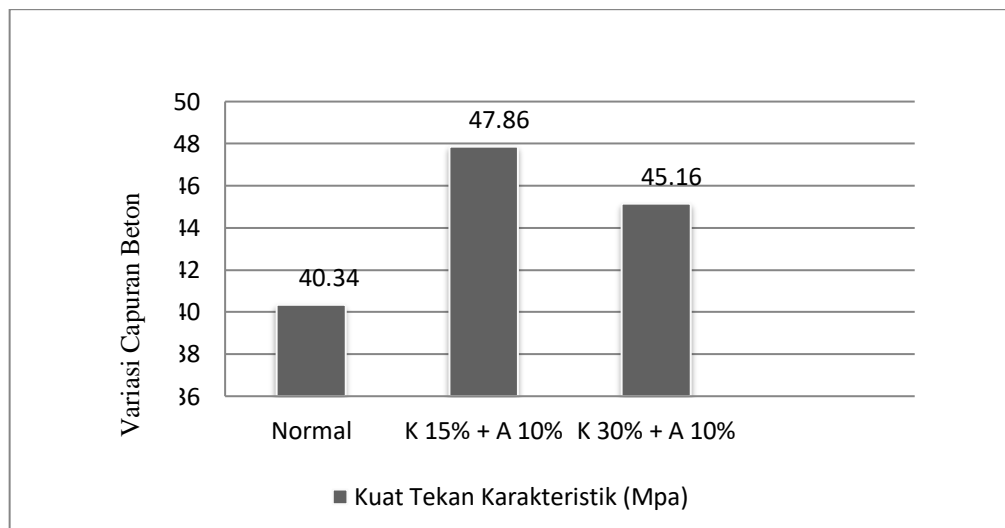
Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton *filler* limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10%.

| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² f' _c = (P/A) (MPa) | Estimasi 28 hari f' _c /0,65 (MPa) | f' _c rata-rata (MPa) |
|-------------|----------------------|--|---|---------------------------------|
| Umur 7 hari | | | | |
| 1 | 62000 | 27,56 | 42,4 | 45,16 |
| 2 | 68000 | 30,22 | 46,49 | |

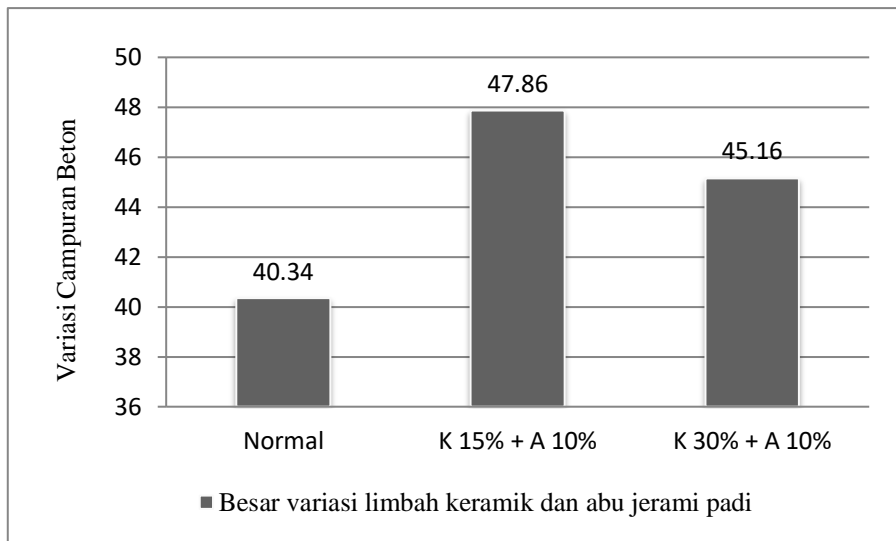
Tabel 4.13: *Lanjutan*

| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² f' _c = (P/A) (MPa) | Estimasi 28 hari f' _c /0,65 (MPa) | f' _c rata-rata (MPa) |
|--------------|----------------------|--|---|---------------------------------|
| 3 | 72000 | 32 | 49,23 | 45,16 |
| 4 | 59000 | 26,22 | 40,34 | |
| 5 | 59000 | 26,22 | 40,34 | |
| Benda Uji | Beban tekan (P) (kg) | A= 225cm ² f' _c = (P/A) (MPa) | Estimasi 28 hari f' _c /1,00 (MPa) | f' _c rata-rata (MPa) |
| Umur 28 hari | | | | |
| 1 | 84000 | 37,33 | 37,33 | 35,38 |
| 2 | 81000 | 36 | 36 | |
| 3 | 79000 | 35,11 | 35,11 | |
| 4 | 76000 | 33,78 | 33,78 | |
| 5 | 78000 | 34,67 | 34,67 | |

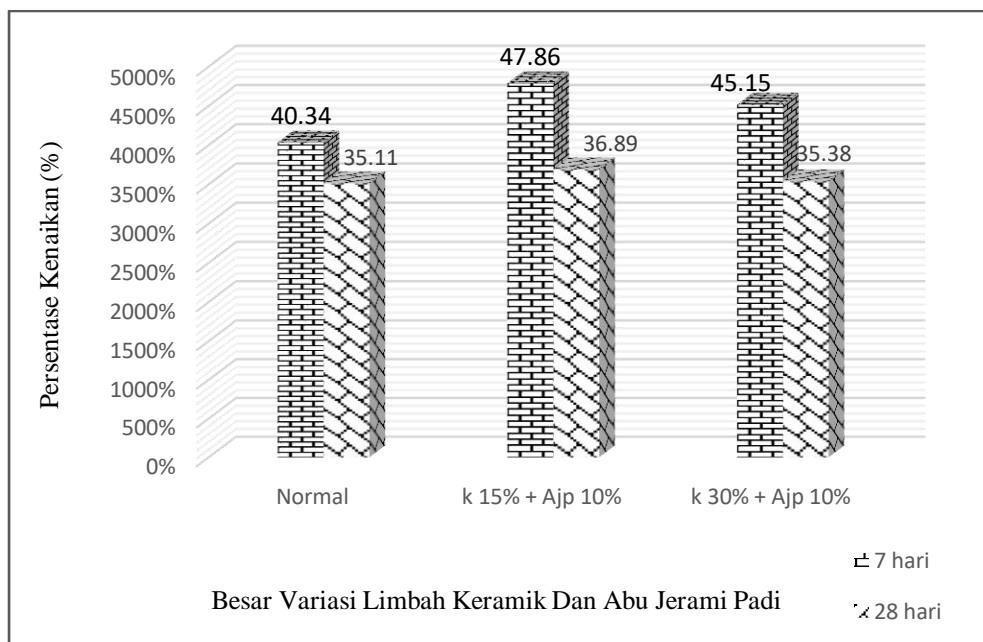
Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *filler* limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 34,46 MPa dan 35,38 MPa pada estimasi 28 hari.



Gambar 4.5: Grafik kuat tekan beton pada umur 7 hari.



Gambar 4.6: Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari.



Gambar 4.7: Grafik kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari.

Dari hasil Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa persentase kenaikan kuat tekan beton pada penambahan limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% dan limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% terjadi kenaikan pada umur 7 hari.

4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan limbah keramik dan abu jerami, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% kemudian limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% mengalami kenaikan. Persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengisian limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10%

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan (umur 7 hari)} &= \frac{47,86 - 40,34}{40,34} \times 100\% \\ &= 18,64 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{36,89 - 35,11}{35,11} \times 100\% \\ &= 5,07 \%\end{aligned}$$

- Pengisian limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10%

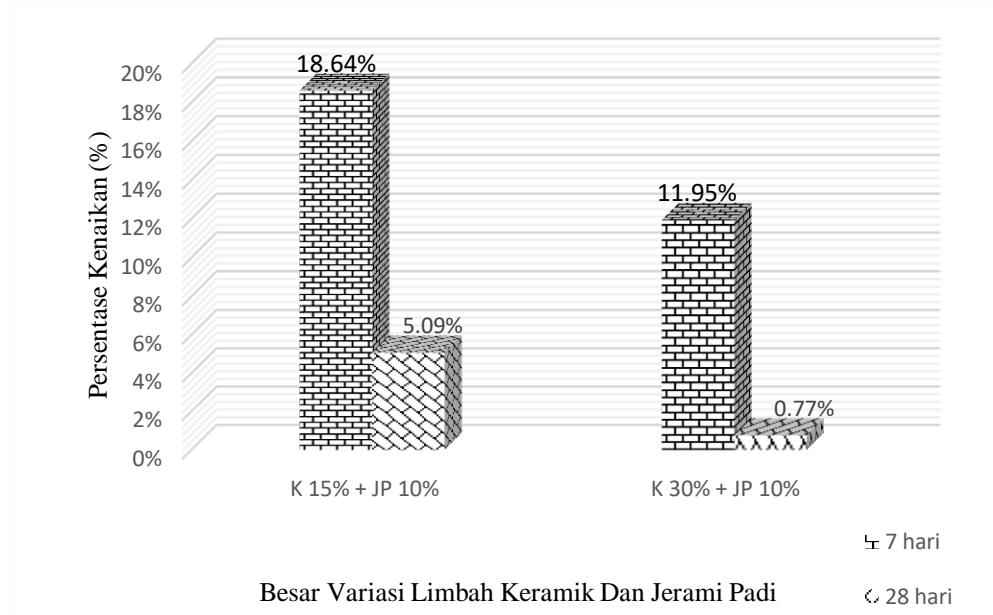
$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan (umur 7 hari)} &= \frac{45,16 - 40,34}{40,34} \times 100\% \\ &= 11,95 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{35,38 - 35,11}{35,11} \times 100\% \\ &= 0,77 \%\end{aligned}$$

Dilihat dari hasil diatas bahwa pada umur 7 hari dan 28 hari, telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 35 MPa – 52,6 MPa sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari hasil diatas pengaruh dari penggunaan limbah keramik dan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton mengalami kenaikan yaitu:
 - Untuk pengisian limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% besar kenaikan pada 7 hari adalah 18,64% dan 28 hari adalah 5,07%.
 - Untuk pengisian limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% besar kenaikan pada 7 hari adalah 11,95% dan 28 hari sebesar 0,77%.

Pada Gambar 4.8 menjelaskan hasil dari pengaruh penggunaan limbah keramik dan abu jerami padi pada umur 7 hari dan 28 hari.



Gambar 4.8: Perbandingan grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 7 hari dan 28 hari.

2. Dari pengaruh limbah – limbah tersebut didapat persentase peningkatan kuat tekan beton pada bahan limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% kemudian limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% terjadi perbedaan kenaikan kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari.
3. Perbandingan beton normal dengan beton inovasi adalah sebagai berikut:
 - Pada umur 7 hari terhadap limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10%

| | | | | | | |
|--------|---|-----------|---|-------|---|-------|
| Normal | : | Inovasi I | = | 40,34 | : | 47,86 |
| | | | = | 1 | : | 1,19 |
 - Pada umur 28 hari terhadap limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10%

| | | | | | | |
|--------|---|-----------|---|-------|---|-------|
| Normal | : | Inovasi I | = | 35,11 | : | 36,89 |
| | | | = | 1 | : | 1,05 |
 - Pada umur 7 hari terhadap limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10%

| | | | | | | |
|--------|---|------------|---|-------|---|-------|
| Normal | : | Inovasi II | = | 40,34 | : | 45,16 |
| | | | = | 1 | : | 1,12 |

- Pada umur 28 hari terhadap limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10%

$$\begin{array}{lclclcl} \text{Normal} & : & \text{Inovasi II} & = & 35,11 & : & 35,38 \\ & & & = & 1 & : & 1,008 \end{array}$$

Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat mengakibatkan cacat atau kurang tepatnya nilai target kuat tekan yang direncanakan. Adapun faktor-faktor yang dapat mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah:

1. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan pada saat melakukan pencampuran beton/pembuatan benda uji.
2. Kemungkinan adanya kekeliruan / kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dengan penambahan limbah keramik dan abu jerami padi yang digunakan secara bersamaan dapat mempengaruhi mutu beton, karena sifat keramik yang keras dan kandungan zat silika yang terdapat pada abu jerami padi yang cukup tinggi.
2. Berdasarkan data nilai kuat tekan maka diperoleh beton dengan kuat tekan paling tinggi umur 7 hari pada campuran beton dengan menggunakan *filler* limbah keramik 15% dan *filler* abu jerami padi 10% sebanyak 47,86 MPa.
3. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa persentase kuat tekan beton sebagai berikut:
 - Untuk pengisian limbah keramik 15% + abu jerami ipadi 10% besar kenaikan pada 7 hari adalah 18,64% dan 28 hari adalah 5,07%.
 - Untuk pengisian limbah keramik 30% + abu jerami padi 10% besar kenaikan pada 7 hari adalah 11,95% dan 28 hari sebesar 0,77%.
4. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa semakin sedikit persentase penambahan limbah keramik sebagai bahan pengganti (*filler*) maka semakin tinggi kuat tekan beton yang di dapat dengan persenan abu jerami padi yang sama.

5.2 Saran

- 1 Untuk penelitian yang akan datang agar melakukan pengurangan persentase dengan nilai lebih kecil pada limbah keramik dengan abu jerami padi dengan persenan yang sama sehingga dihasilkan nilai kuat tekan yang lebih variatif.

- 2 Untuk penelitian yang akan datang agar melakukan penambahan limbah keramik sebagai bahan *filler* pengganti agregat halus dan abu jerami padi sebagai *filler* semen pada beton normal.
- 3 Disarankan evaluasi lebih lanjut terhadap limbah keramik dan abu jerami agar lebih efisien dalam persen untuk pencampuran beton normal, serta keawetan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials C 29 *Standards test for bulk density (unit weight) and voids in aggregate*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C33 (1982, 1986) *Standards Specification For Agregates*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Philadelphia: ASTM.
- Arutu, E.B., Tidani, S.H.Z., Sandro, L., Hardi, K. (2016) *Pemanfaatan Limbah Genteng Dan Keramik Sebagai Agregat Kasar Campuran Beton K-350*. Jakarta Barat: Universitas Kristen Krida Wacana
- Badan Standarisasi Nasional (1989) *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam (SK SNI S-04-1989-F)*. Jakarta: BSN
- Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)* Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1996) *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 Mm) (SNI 03-4142-1996)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2000) *Metode Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-2834-2000)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2000) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2002) *Tata cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. (SNI 03-2847-2002). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat halus (SNI 1969:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 2147:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Slump Beton (SNI 1972:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Nawy, E. G. (1990) *Beton bertulang: suatu pendekatan dasar*. Bandung: PT. Eresco.
- Nawy, E. G. (1996) *Beton prategang*. Jakarta: PT. Erlangga.
- Parrot, L. J. (1988) *A Literature Review of High Strength Concrete Properties*. British Cement Association (BCA). Wexham Springs.
- Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Murdock, L.J., Brock, L.M., Hendarko, S. (1979, 1999) *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Raina, V.K. (1989) *Concrete for Contruction Facts & Practice*, Tata Mc Graw Hill. New Delhi.

- Safitri, K. (2016) *Pemeriksaan Kuar Tekan Beton Dengan Memanfaatkan Abu Jerami Padi*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Suharno (1979) Sekam Padi sebagai Sumber Energi Alternatif.
<http://www.smallcrab.com/others/329-sekam-padi-sebagai-sumber-energi-alternatif>. [Diakses pada tanggal 13 Mei 2018].
- Suharwanto (2005) *The Mechanical Behavior Of Recycled Aggregate Concret: Material-Structural Aspect*. Bandung: Perpustakaan ITB.
- Tjokrodimulyo, K. (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro.
- Wahyudi, G. & Rahim, S. A. (1999) *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Wicaksono, K.D., Sudjati, J.J. (2012) *Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Agregat Kasar Dalam Adukan Beton*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya
- Wuwungan, N. (1993) *Mengenal Tanaman Padi* penerbit Tiga empat, Surakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN:

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

| Nomor Saringan | Ukuran Lubang | | Keterangan |
|----------------|---------------|---------------|--|
| | mm | Inchi | |
| - | 76,20 | 3 | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 35 kg |
| - | 63,50 | 2,5 | |
| - | 50,80 | 2 | |
| - | 37,50 | 1,5 | |
| - | 25,00 | 1 | |
| - | 50,80 | 2 | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh: 20 kg |
| - | 37,50 | 1,5 | |
| - | 25,00 | 1 | |
| - | 19,10 | $\frac{3}{4}$ | |
| - | 12,50 | $\frac{1}{2}$ | |
| - | 9,50 | $\frac{3}{8}$ | |
| - | 4,76 | - | |
| - | 25,00 | 1 | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh: 10 kg |
| - | 19,10 | $\frac{3}{4}$ | |
| - | 12,50 | $\frac{1}{2}$ | |
| - | 9,50 | $\frac{3}{8}$ | |
| No. 4 | 4,76 | - | |
| No. 8 | 2,38 | - | Satu set saringan untuk agregat ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 2,5 kg |
| - | 12,50 | $\frac{1}{2}$ | |
| - | 9,50 | $\frac{3}{8}$ | |
| No.4 | 4,76 | - | |
| No.8 | 2,38 | - | |
| No.16 | 1,19 | - | |

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

| Nomor saringan | Ukuran | | Keterangan |
|----------------|--------|-------|---|
| | mm | Inchi | |
| - | 9,50 | 3/8 | Satu set saringan untuk agregat halus (pasir) Berat minimum:500 gram |
| No.4 | 4,76 | - | |
| No.8 | 2,38 | - | |
| No.16 | 1,19 | - | |
| No.30 | 0,59 | - | |
| No.50 | 0,297 | - | |
| No.100 | 0,149 | - | |
| No.200 | 0,075 | - | |

Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton berbagai umur (hari).

| Umur Beton | Faktor | Umur Beton | Faktor |
|------------|--------|------------|--------|
| 3 | 0,400 | 23 | 0,964 |
| 4 | 0,463 | 24 | 0,971 |
| 5 | 0,525 | 25 | 0,979 |
| 6 | 0,588 | 26 | 0,986 |
| 7 | 0,650 | 27 | 0,993 |
| 8 | 0,683 | 28 | 1,000 |
| 9 | 0,718 | 35 | 1,023 |
| 10 | 0,749 | 36 | 1,026 |
| 11 | 0,781 | 45 | 1,055 |
| 12 | 0,814 | 46 | 1,058 |
| 13 | 0,847 | 50 | 1,071 |
| 14 | 0,880 | 51 | 1,074 |
| 15 | 0,890 | 55 | 1,087 |
| 16 | 0,900 | 56 | 1,090 |
| 17 | 0,910 | 65 | 1,119 |
| 18 | 0,920 | 66 | 1,123 |
| 19 | 0,930 | 90 | 1,200 |
| 20 | 0,940 | 350 | 1,342 |
| 21 | 0,950 | 360 | 1,347 |
| 22 | 0,957 | 365 | 1,350 |

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa beberapa benda uji.

| Benda Uji | Perbandingan Kekuatan Tekan Beton |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Kubus 15 x 15 x 15 cm | 1,00 |
| Kubus 20 x 20 x 20 cm | 0,95 |
| Silinder Ø 15 x 30 cm | 0,83 |

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI
LABORATORIUM BETON PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus yang akan digunakan.



Gambar L3: Semen Padang Tipe 1 PPC.



Gambar L4: Keramik yang sudah melewati proses penghancuran.



Gambar L5: Jerami padi yang sudah melalui proses pembakaran.



Gambar L6: Hasil pengujian slump test.



Gambar L7: Proses perendaman benda uji.



Gambar L8: Benda uji yang sedang dijemu.



Gambar L9: Beton sebelum diuji tekan.



Gambar L10: Beton setelah diuji tekan.



Gambar L11: Uji kuat tekan beton normal 28 hari: 58 T.



Gambar L12: Uji kuat tekan beton campuran limbah keramik 15% dan abu jerami padi 10% 28 hari: 81 T.



Gambar L13: Uji kuat tekan beton campuran limbah keramik 30% dan abu jerami padi 10% 28 hari: 78 T.



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

| | | |
|--|---------------|--------------------|
| SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88) | Lab No | : |
| | Sampling Date | : 07 Februari 2018 |
| | Testing Date | : 09 Februari 2018 |

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 38.1 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Sri Wahyunita |

| Course Agregate Passing No. 50.8 mm | Sample 3 | Sample 4 | Average |
|---|----------|----------|---------|
| Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A | 3200 | 3400 | 3300 |
| Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C | 3175 | 3376 | 3275,5 |
| Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B | 1972 | 2184 | 2078 |
| Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) C/(A-B) | 2,586 | 2,776 | 2,681 |
| Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) A/(A-B) | 2,606 | 2,796 | 2,701 |
| Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) C/(C-B) | 2,639 | 2,832 | 2,736 |
| Absortion (<i>penyerapan</i>) ((A-C)/C)x100% | 0,787 | 0,711 | 0,749 |

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapt. (Ir.) Ellyza Chairina, M.Si



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

| | | |
|--|---------------|--------------------|
| SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88) | Lab No | : |
| | Sampling Date | : 07 Februari 2018 |
| | Testing Date | : 08 Februari 2018 |

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 4.75 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Sri Wahyunita |

| Fine Agregate Passing No. 9.5 mm | Sample 1 | Sample 2 | Average |
|---|----------|----------|---------|
| Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) B | 500 | 500 | 500 |
| Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) E | 491 | 491 | 491 |
| Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D | 658 | 692 | 675,15 |
| Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C | 959 | 999 | 979 |
| Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$ | 2,47 | 2,54 | 2,50 |
| Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$ | 2,51 | 2,59 | 2,55 |
| Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$ | 2,58 | 2,66 | 2,62 |
| Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$ | 1,83 | 1,83 | 1,83 |

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton

Prodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kept. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)





LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

| | | |
|--|---------------|--------------------|
| SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86) | Lab No | : |
| | Sampling Date | : 10 Februari 2018 |
| | Testing Date | : 10 Februari 2018 |

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 38.1 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Sri Wahyunita |

| Sieve Size | Retained Fraction | | | | Cumulative | |
|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------|------------|---------|
| | Sample I (gr) | Sample II (gr) | Total Weight (gr) | % | Retained | Passing |
| 38,1 (1.5 in) | 147 | 89 | 236 | 3,93 | 3,93 | 96,07 |
| 19.0 (3/4 in) | 978 | 889 | 1867 | 31,12 | 35,05 | 64,95 |
| 9.52 (3/8 in) | 1178 | 1087 | 2265 | 37,75 | 72,80 | 27,20 |
| 4.75 (No. 4) | 697 | 935 | 1632 | 27,20 | 100,00 | 0,00 |
| 2.36 (No. 8) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 1.18 (No. 16) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.60 (No. 30) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.30 (No. 50) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| 0.15 (No. 100) | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |
| Pan | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 100 | 0 |
| Total | 3000 | 3000 | 6000 | 100 | | |

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{711,78}{100} = 7,12$$

Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mughtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



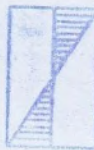
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

| | |
|--|----------------------------------|
| UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29) | Lab No : _____ |
| | Sampling Date : 09 Februari 2018 |
| | Testing Date : 09 Februari 2018 |

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Dia | 38.1 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Sri Wahyunita |
| Diameter & tinggi wadah | d : 27 cm h : 27 cm |

| No | Fine Agregate Passing No. 50.8 mm | Sample I | Sample II | Sample III | Average |
|----|---|----------|-----------|------------|----------|
| 1 | Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr | 31456 | 32458 | 31350 | 31754,67 |
| 2 | Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr | 6500 | 6500 | 6500 | 6500 |
| 3 | Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr | 24956 | 25958 | 24850 | 25255 |
| 4 | Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³ | 15465,21 | 15465,21 | 15465,21 | 15465,21 |
| 5 | Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³ | 1,614 | 1,678 | 1,607 | 1,633 |

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

| | |
|--|----------------------------------|
| RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89) | Lab No : _____ |
| | Sampling Date : 10 Februari 2018 |
| | Testing Date : 10 Februari 2018 |

| | |
|-------------------|------------------------|
| Sources Of Sample | Binjai |
| Max Diameter | 38.1 mm |
| Project | Penelitian Tugas Akhir |
| Tested By | Sri Wahyunita |

| Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>) | | |
|--|--|--|
| Sieve zize Retained | Wt of sample before test (<i>berat awal</i>) gr | Wt of sample after test (<i>berat akhir</i>) gr |
| 37,5 (1.5 in) | - | - |
| 25 (1 in) | - | - |
| 19.1 (3/4 in) | 2500 | - |
| 12.5 (1/2 in) | 2500 | 1141 |
| 9.50 (No. 3/8 in) | - | 1260 |
| 4.75 (No.4) | - | 955 |
| 2.36 (No. 8) | - | 351 |
| 0.30 (No. 50) | - | - |
| 0.15 (No. 100) | - | - |
| Pan | - | 178 |
| Total | 5000 | 3885 |
| <i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i> | | 1115 |
| Abrasion (keausan) % | | 22,300 |

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Sri Wahyunita
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 Mpa

Jumlah Benda Uji: 5 buah
Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm

| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
|----|-----------|----------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | I | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3 | 27-Mar-18 | 02-Apr-18 | 8.327 | 8.372 |
| 2 | II | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3 | 27-Mar-18 | 02-Apr-18 | 8.369 | 8.410 |
| 3 | III | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3 | 27-Mar-18 | 02-Apr-18 | 8.257 | 8.310 |
| 4 | IV | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,5 | 27-Mar-18 | 02-Apr-18 | 8.223 | 8.345 |
| 5 | V | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,5 | 27-Mar-18 | 02-Apr-18 | 8.373 | 8.413 |

| No | Benda Uji | Bahan Tambah | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian | Estimasi 28 hari (Mpa) | Keterangan |
|----|-----------|--------------|-----------|------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| 1 | I | - | 7 | 59000 | 26,22 | 40,34 | 40,34 |
| 2 | II | - | 7 | 60000 | 26,67 | 41,03 | |
| 3 | III | - | 7 | 60000 | 26,67 | 41,03 | |
| 4 | IV | - | 7 | 58000 | 25,78 | 39,66 | |
| 5 | V | - | 7 | 58000 | 25,78 | 39,66 | |

Medan, 12 Mei 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Sri Wahyunita
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beto : 35 Mpa


| Jumlah Benda Uji: 5 buah | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|----------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm | | | | | | | | | | |
| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | I | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,7 | 14-Feb-18 | 13-Mar-18 | 7.967 | 8.042 |
| 2 | II | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,7 | 14-Feb-18 | 13-Mar-18 | 8.088 | 8.151 |
| 3 | III | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,7 | 14-Feb-18 | 13-Mar-18 | 7.925 | 7.988 |
| 4 | IV | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 5 | 14-Feb-18 | 13-Mar-18 | 7.943 | 8.054 |
| 5 | V | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 5 | 14-Feb-18 | 13-Mar-18 | 8.049 | 8.125 |

| No | Benda Uji | Bahan Tambah | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian | Estimasi 28 hari (Mpa) | Keterangan |
|----|-----------|--------------|-----------|------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| 1 | I | - | 28 | 82000 | 36,44 | 36,44 | 35,11 |
| 2 | II | - | 28 | 81000 | 36,00 | 36,00 | |
| 3 | III | - | 28 | 78000 | 34,67 | 34,67 | |
| 4 | IV | - | 28 | 78000 | 34,67 | 34,67 | |
| 5 | V | - | 28 | 76000 | 33,78 | 33,78 | |

Medan, 12 Mei 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Sri Wahyunita
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 Mpa

Jumlah Benda Uji: 5 buah
Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm

| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
|----|-----------|----------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | I | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3 | 02-Apr-18 | 09-Apr-18 | 7.861 | 7.927 |
| 2 | II | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3 | 02-Apr-18 | 09-Apr-18 | 7.900 | 7.969 |
| 3 | III | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3 | 02-Apr-18 | 09-Apr-18 | 7.909 | 7.980 |
| 4 | IV | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,6 | 02-Apr-18 | 09-Apr-18 | 7.921 | 7.994 |
| 5 | V | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4,6 | 02-Apr-18 | 09-Apr-18 | 7.918 | 8.003 |

| No | Benda Uji | Bahan Tambah | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian | Estimasi 28 hari (Mpa) | Keterangan |
|----|-----------|----------------------|-----------|------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| 1 | I | Ker. 15% + A. JP 10% | 7 | 78000 | 34,67 | 53,33 | 47,86 |
| 2 | II | Ker. 15% + A. JP 10% | 7 | 72000 | 32,00 | 49,23 | |
| 3 | III | Ker. 15% + A. JP 10% | 7 | 70000 | 31,11 | 47,86 | |
| 4 | IV | Ker. 15% + A. JP 10% | 7 | 68000 | 30,22 | 46,50 | |
| 5 | V | Ker. 15% + A. JP 10% | 7 | 62000 | 27,56 | 42,39 | |

Medan, 12 Mei 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Sri Wahyunita
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 Mpa

Jumlah Benda Uji: 5 buah

Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm

| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
|----|-----------|----------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | I | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3,9 | 27-Feb-18 | 25-Mar-18 | 7.835 | 7.894 |
| 2 | II | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3,9 | 27-Feb-18 | 25-Mar-18 | 7.622 | 7.681 |
| 3 | III | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3,9 | 27-Feb-18 | 25-Mar-18 | 7.734 | 7.798 |
| 4 | IV | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 5 | 27-Feb-18 | 25-Mar-18 | 7.723 | 7.894 |
| 5 | V | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 5 | 27-Feb-18 | 25-Mar-18 | 7.573 | 7.681 |

| No | Benda Uji | Bahan Tambah | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian | Estimasi 28 hari (Mpa) | Keterangan |
|----|-----------|----------------------|-----------|------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| 1 | I | Ker. 15% + A. JP 10% | 28 | 84000 | 37,33 | 37,33 | 36,89 |
| 2 | II | Ker. 15% + A. JP 10% | 28 | 85000 | 37,78 | 37,78 | |
| 3 | III | Ker. 15% + A. JP 10% | 28 | 83000 | 36,89 | 36,89 | |
| 4 | IV | Ker. 15% + A. JP 10% | 28 | 81000 | 36,00 | 36,00 | |
| 5 | V | Ker. 15% + A. JP 10% | 28 | 82000 | 36,44 | 36,44 | |

Medan, 12 Mei 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan



(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Sri Wahyunita
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 Mpa

Jumlah Benda Uji: 5 buah
Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm

| No | Benda Uji | Campuran | | | FAS % | Slump (cm) | Tanggal Cetak | Tanggal Uji | Berat (Kg) | |
|----|-----------|----------|-------|---------|-------|------------|---------------|-------------|------------|-------|
| | | P.C | Pasir | Kerikil | | | | | Cetak | Uji |
| 1 | I | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3,9 | 02-Mar-18 | 29-Mar-18 | 7.493 | 7.527 |
| 2 | II | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3,9 | 02-Mar-18 | 29-Mar-18 | 7.657 | 7.705 |
| 3 | III | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 3,9 | 02-Mar-18 | 29-Mar-18 | 7.484 | 7.540 |
| 4 | IV | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4 | 02-Mar-18 | 29-Mar-18 | 7.473 | 7.539 |
| 5 | V | 1 | 1,43 | 2,88 | 0,4 | 4 | 02-Mar-18 | 29-Mar-18 | 7.724 | 7.798 |

| No | Benda Uji | Bahan Tambah | Umur Hari | Beban Tekan (Kg) | Kuat Tekan Saat Pengujian | Estimasi 28 hari (Mpa) | Keterangan |
|----|-----------|----------------------|-----------|------------------|---------------------------|------------------------|------------|
| 1 | I | Ker. 30% + A. JP 10% | 28 | 84000 | 37,33 | 37,33 | 35,38 |
| 2 | II | Ker. 30% + A. JP 10% | 28 | 81000 | 36,00 | 36,00 | |
| 3 | III | Ker. 30% + A. JP 10% | 28 | 79000 | 35,11 | 35,11 | |
| 4 | IV | Ker. 30% + A. JP 10% | 28 | 76000 | 33,78 | 33,78 | |
| 5 | V | Ker. 30% + A. JP 10% | 28 | 78000 | 34,67 | 34,67 | |

Medan, 12 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Sri Wahyunita
Panggilan : Yuni
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 17 Mei 1995
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jalan sempurna Psr VII Bengkel Gg.Melati 39
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Zulkifli
Ibu : Jumsyah
No. HP : 085206527672
E-mail : Sriwahyunita55@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1407210209
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

| No | Tingkat Pendidikan | Nama dan Tempat | Tahun Kelulusan |
|----|--|------------------------------|-----------------|
| 1 | Sekolah Dasar | SD NEGERI 104204 | 2008 |
| 2 | SMP | SMP NEGERI 2 PERCUT SEI TUAN | 2011 |
| 3 | SMA | SMK NEGERI 1 PERCUT SEI TUAN | 2014 |
| 4 | Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 sampai selesai. | | |



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUCHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Lembar Asistensi

Nama : Sri Wahyunita

NPM : 1407210209

Judul : "Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi ^{SEBAGAI} _{PENGISI} Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi"

| No. | Tanggal | Keterangan | Paraf |
|-----|----------|--|-------|
| 1 | 16-11-17 | * ULANGI PEMERIKSAAN 1/ AGREGAT ! * BUAT BAB I 90 III ! | |
| 2 | 23-12-17 | * LANJUTKAN MAX DESIGN ! * BUAT PROPORSI 1/1 B. UJI * SETERUSNYA ! | |
| 3 | 19-1-18 | * BUAT B. UJI 1/28 HARI (NORMAL) ! * TREATMENT LIMBAH (BUAT B. UJI 1/28 HR) | |
| 4 | 17-4-18 | * PERBAIKI BAB III ! * LANJUT ANALISIS 1/ BAB IV ! | |
| 5 | 30-4-18 | * PERBAIKI PEMBAHASAN & KESIMPULAN ! * LENGKAPI TA SECARA KESELUROHAN | |
| 6 | 28-5-18 | * PERBAIKI KESIMPULAN, SEWAIKAN DI ARAH TUJUAN ! * ABSTRAK LENGKAPI ! | |

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. ELLYZA CHARINA, Msi.)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Sri Wahyunita
Npm : 1407210209
Judul : "Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi"

| No. | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|-----|----------|---|-------|
| 7. | 6-8-2018 | ACC !, SELESAI ! SIAP U/DISEMINARKAN ! | |

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. ELLYZA CHAIRINA, Msi)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Sri Wahyunita
Npm : 1407210209
Judul : "Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi"

| No. | TANGGAL | KETERANGAN | PARAF |
|-----|-----------|--|-------|
| 1. | 14-2-2018 | <ul style="list-style-type: none">- Perbaiki sesuai isi kerjakan- Batasan masalah diganti dg Ruang lingkup permasalahan- Perbaiki ul tabel lanjutan- No & judul tabel terletak diatas tabel- Pers. buat no. pers. nya. | |
| 2. | 12-4-2018 | <ul style="list-style-type: none">- Tdk boleh ada di bawah halaman yg kosong kecuali di akhir bab- Tabel lanjutan di perbaiki dan buat kepala tabelnya | |
| 3 | 30-7-2018 | <ul style="list-style-type: none">- Abstrak tdk pakai garis bar.- Abstrak dl bls logis & koherensi kerucal.- koherensi Tsi kata pengantar- Parulisn telah selesai di koherensi; di kembalikan / dicck ke Pembimbing I | |

DOSEN PEMBIMBING II

(Ir. Zurkiyah, M.T)

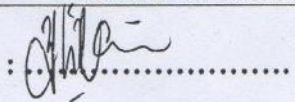
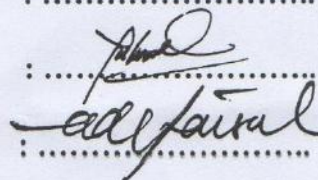


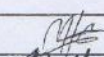
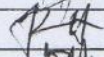

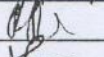
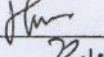
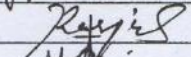


**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar

Nama : Sri Wahyunita

NPM : 1407210209

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pengisi Terhadap Nilai Kuat Tekan beton Mutu Tinggi.

| DAFTAR HADIR | | | TANDA TANGAN |
|-----------------|---------------------------|----------------------|---|
| Pembimbing – I | : Ir.Ellyza Chairina.M.Si | : |  |
| Pembimbing – II | : Ir.Zurkiyah.M.T | : | |
| Pembanding – I | : DR.Fahrizal .S.T.M.Sc | : |  |
| Pembanding – II | : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc | : | |
| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
| 1 | 1407210124 | ADISTI |  |
| 2 | 1407210160 | Devita Nanda Safitri |  |
| 3 | 1407210195 | M. Yogi ISMAYADI |  |
| 4 | 1407210181 | Raihan Mula |  |
| 5 | 1409210264 | Lutna Devi |  |
| 6 | 1407210234 | M. Andra |  |
| 7 | 1407210090 | Abrow |  |
| 8 | 1407210145 | Rasyid Rizka |  |
| 9 | 1407210021 | Yopy shahputra |  |
| 10 | 1407210095 | Abis Abma Wijaya |  |

Medan, 02 Dzulhijjah 1439 H
14 Agustus 2018 M

Ketua Prodi. T Sipil



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Sri Wahyunita
NPM : 1407210209
Judul T.Akhir : Pengaruh Limbah Keramik Dan Abu Jerami Padi Sebagai Pe-
ngisi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Ellyza Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing - II : Ir.Zurkiyah.M.T
Dosen Pemanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:

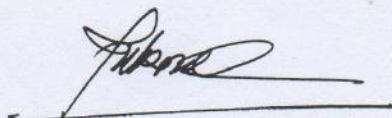
- *Perbaikan di rumah*
- *Perbaikan di rumah*
- *Kebersihan*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 29 Dzulkaedah 1439H
11 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pemanding- I



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

