# 

**PENGARUH PENAMBAHAN PASIR BESI (IRON SAND)**

**TERHADAP CAMPURAN BETON K-175**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Syarat Dalam Rangka Memenuhi

Penyusunan Skripsi Jenjang S1

Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

**DANIEL FANRY MANIK**

**NPM. 6519500052**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI**

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR BESI (IRON SAND) TERHADAP CAMPURAN BETON K-175

NAMA PENELITI : DANIEL FANRY MANIK

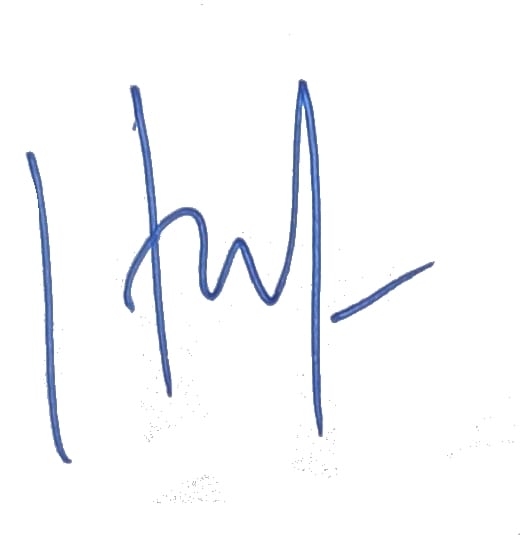
NPM : 6519500052

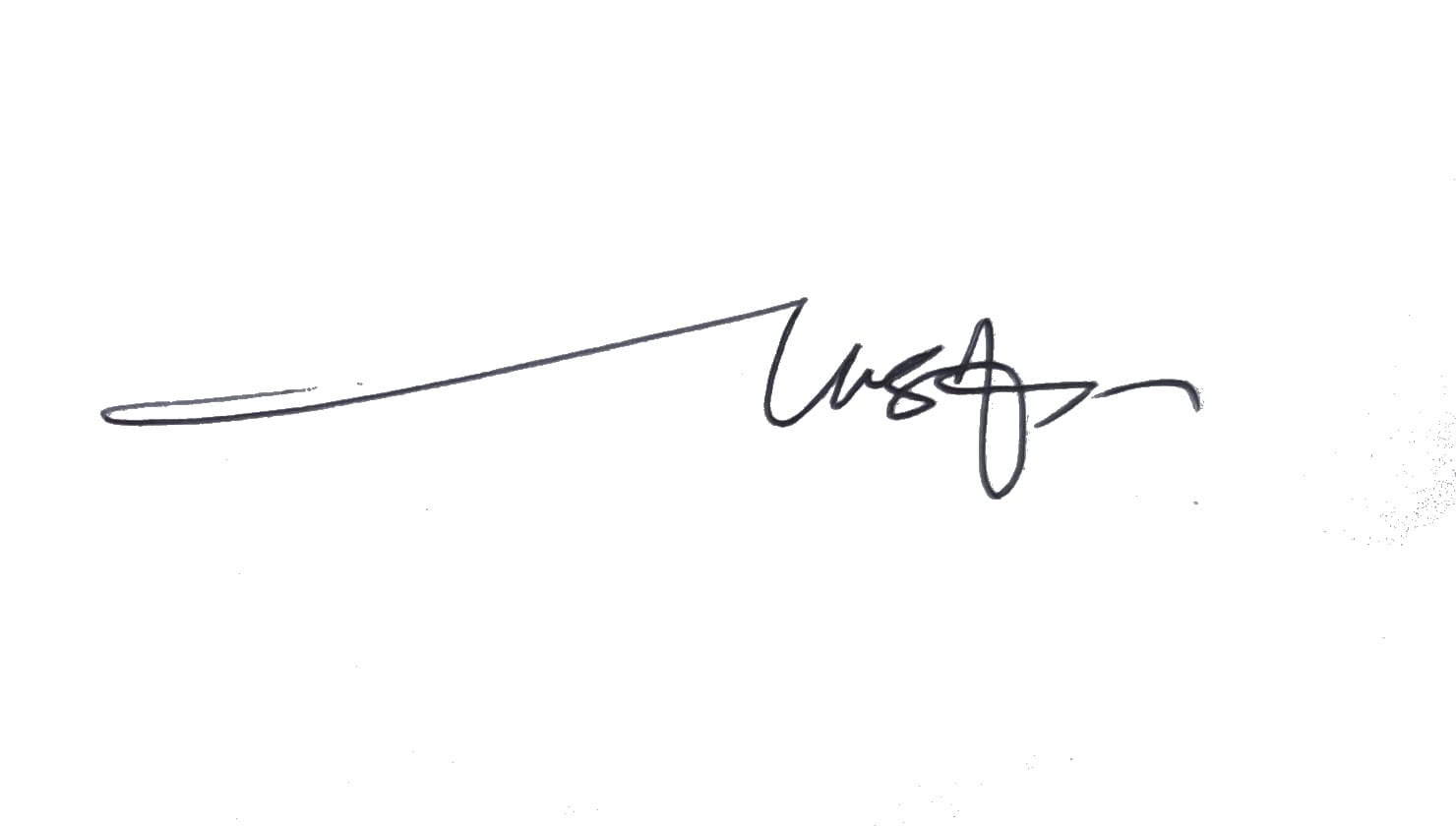
Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

HARI : Kamis

TANGGAL : 20 Juli 2023

Pembimbing I Pembimbing II





(Okky Hendra H. ST., MT.) (M. Agus Shidiq ST., MT.)

NIPY: 24461531983 NIPY: 20562111978

**HALAMAN PENGESAHAN**

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 20 Juli 2023



**Ketua Penguji :**

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

**(Teguh Haris Santoso, ST., MT.)**

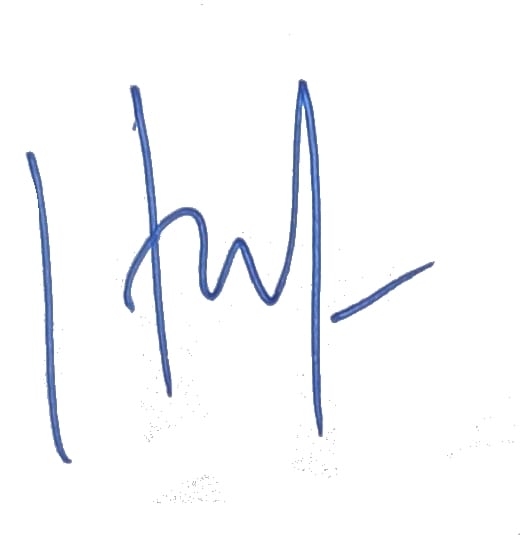


NIPY. 2466451973

**Penguji Utama :**

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

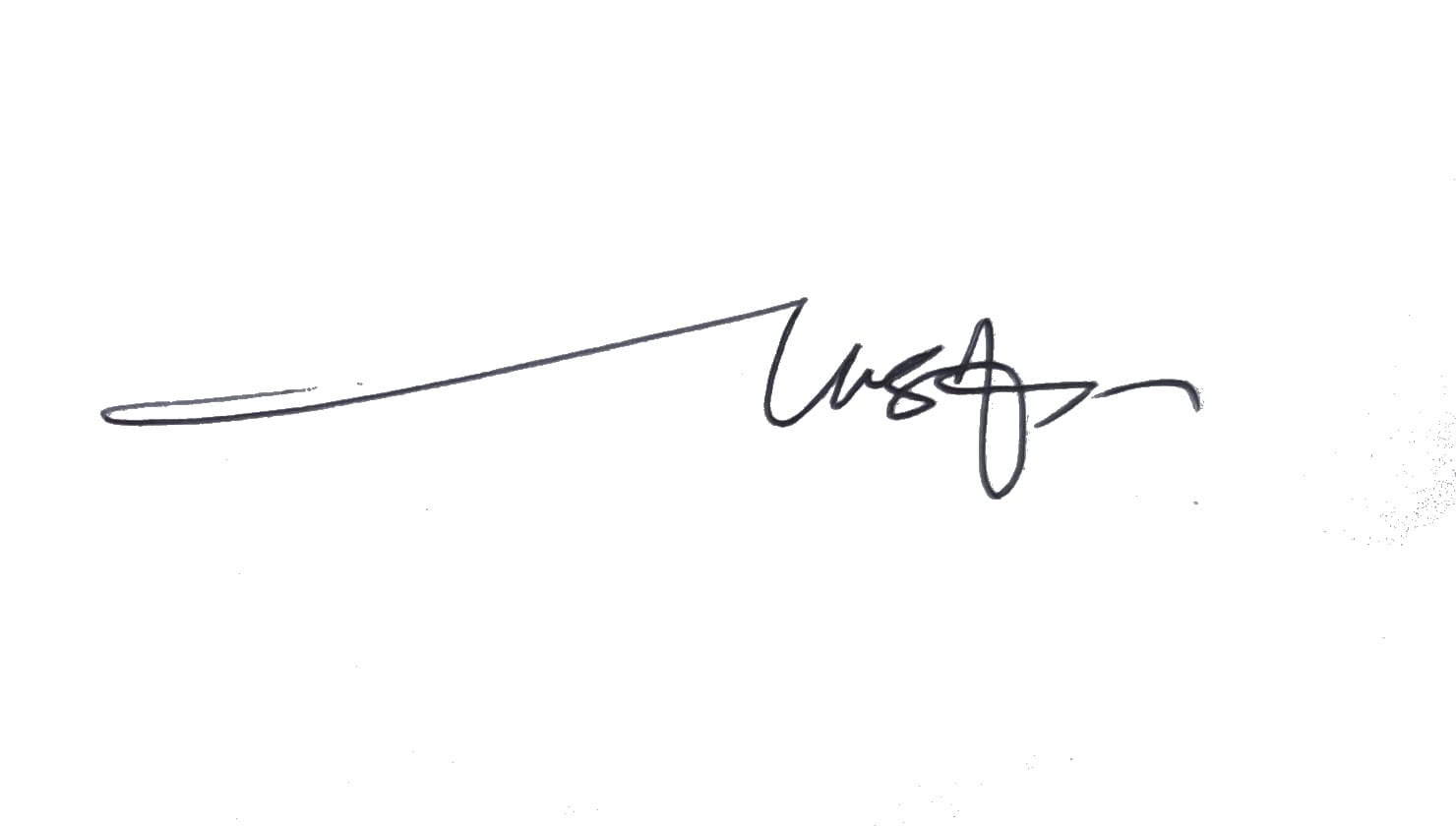
**(Isradias Mirajhusnita, ST., MT.)**



NIPY. 22561051983

**Penguji 1 :**

**(Okky Hendra H., ST., MT.)**



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

NIPY. 24461531983

**Penguji 2 :**

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

**(M. Agus Shidiq, ST., MT.)**

NIPY. 20562111978

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



**(Dr. Agus Wibowo, ST., MT.)**

**NIPY. 126518101972**

**HALAMAN PERNYATAAN**

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan. Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**PENGARUH PENAMBAHAN PASIR BESI (IRON SAND) TERHADAP CAMPURAN BETON K-175**” ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri. Atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.



Tegal, 20 Juli 2023

**Daniel Fanry Manik**

NPM. 6519500052

**MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

**MOTTO**

1. Segenap jiwa dan raga yang yang lelah, senantiasa ditopang dan dilindungi oleh Tuhan yang Maha Kuasa.
2. Lakukan segala pekerjaan didalam Tuhan.
3. Ora Et Labora, bekerja sambil berdoa
4. Terus lah mencari, suatu saat pasti akan mendapatkan.
5. Senang ketika berhasil, terus berjuang ketika gagal.
6. Keluarlah dari kemalasan, kemalasan menimbulkan kemiskinan.

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

* Mamah dan Papah Tercinta
* Keluarga dan Kakak tercinta
* Seseorang yang aku sayangi dan cintai
* Seluruh dosen Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal
* Seluruh teman teman Teknik Sipil
* Pembaca

**ABSTRAK**

Daniel Fanry Manik, 2023 “**Pengaruh Penambahan Pasir Besi (Iron Sand) Terhadap Campuran Beton K-175**” Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2023.

Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi bahan kontruksi berkembang mengikuti kemajuan zaman. Salah satunya adalah perkembangan teknologi beton. Beton merupakan struktur yang berperan sebagai penopang utama beban-beban yang bertumpu diatasnya. Pada dasarnya beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air.

Pasir besi adalah sumber daya alam yang ada di seluruh pantai Indonesia dan merupakan salah satu bahan untuk membuat besi dan baja. Penggunaan pasir besi diharapkan dapat meningkatkan mutu beton. Pasir besi memiliki butiran yang lebih halus (lebih kecil) dibandingkan dengan pasir kali yang biasanya dipakai pada campuran beton. Sehingga ketika dicampurkan dengan agregat beton pasir besi dapat mengikat lebih padat campuran beton serta dapat meningkatkan mutu beton. Oleh sebab itu, peneliti bereksperimen bagaimana mutu beton normal fc 14,5 MPa jika ditambahkan 10%, 20% dan 30% pasir besi kedalam campuran beton.

Mutu hasil dari penambahan pasir besi 10% mengalami kenaikan senilai 49,65% dari beton normal yang direncanakan sebesar 14,5 MPa, mutu dari penambahan pasir besi 20% mengalami kenaikan senilai 62,68% dari beton normal yang direncanakan sebesar 14,5 MPa, mutu hasil dari penambahan pasir besi 30% mengalami kenaikan senilai 67,86% dari beton normal yang direncanakan sebesar 14,5 MPa.

**Kata Kunci : Beton, Pasir Besi, Kekuatan**

**ABSCTRACT**

Daniel Fanry Manik**, 2023 *"The Effect of Adding Iron Sand on Concrete Mixture K-175"*** *Civil Engineering**Thesis Report of the Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti Tegal University 2023.*

*Over time, the development of construction material technology develops following the progress of the times. One of them is the development of concrete technology. Concrete is a structure that acts as the main support for the loads that rest on it. Basically concrete consists of coarse aggregate, fine aggregate, cement and water. The advantage of concrete is that it has a very large compressive strength and can last a long time and can be used continuously.*

*Iron sand is a natural resource that exists throughout the coast of Indonesia and is one of the materials for making iron and steel. The use of iron sand is expected to improve the quality of concrete. Iron sand has finer grains (smaller) than river sand which is usually used in concrete mixtures. So that when mixed with iron sand concrete aggregate, it can bind denser concrete mixture and can improve the quality of concrete. Therefore, researchers experimented how the normal concrete quality fc 14.5 MPa if added 10%, 20% and 30% iron sand to the concrete mixture.*

*The quality of the results from the addition of 10% iron sand increased by 49.65% from the planned normal concrete of 14.5 MPa, the quality of the addition of 20% iron sand increased by 62.68% from the planned normal concrete of 14.5 MPa, the quality of the results of adding iron sand 30% increased by 67.86% from the planned normal concrete of 14.5 MPa.*

***Keywords: Concrete, Iron Sand, strength***

**KATA PENGANTAR**

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan Rahmat, Karunia, dan Kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Penambahan Pasir Besi (Iron Sand) Terhadap Campuran Beton K-175”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan utuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata Program Teknik Sipil.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST. MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra H, ST. MT. selaku dosen pembimbing 1
3. Bapak M. Agus Shidiq, ST. MT. selaku dosen pembimbing 2
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal
5. Bapak dan ibuku yang tak pernah lelah mendoakanku.
6. Teman-teman dikampus yang telah memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai, semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan yang sesuai dari Tuhan Yang Maha Esa.

Penulis telah mencoba membuat laporan sesempurna mungkin semampu kemampuan penulis, namun demikian mungkin ada kekurangan yang tidak terlihat oleh penulis untuk itu mohon masukan untuk kebaikan dan manfaatnya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Tegal, 20 Juli 2023

Penulis

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PERSETUJUAN ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

HALAMAN PERNYATAAN iv

MOTTO DAN PERSEMBAHAN v

ABSTRAK vi

ABSCTRACT vii

HALAMAN KATA PENGANTAR viii

HALAMAN DAFTAR ISI ix

HALAMAN DAFTAR TABEL xi

HALAMAN DAFTAR GAMBAR xiv

HALAMAN LAMBANG DAN SINGKATAN xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1. Latar Belakang Masalah 1
2. Batasan Masalah 2
3. Rumusan Masalah 3
4. Maksud dan Tujuan 3
5. Manfaat Penelitian 3
6. Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI 6

1. Landasan Teori 6
2. Tinjauan Pustaka 34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 40

1. Metodologi Penelitian 40
2. Waktu dan Tempat 41
3. Instrumen Penelitian dan Desain Pengujian 43
4. Pemeriksaan Fisik Material 51
5. Metode Pengumpulan Data 55
6. Diagram Alir Penelitian 57

BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN 58

1. Pengujian Agregat 58
2. Pembuatan Mix Disign 76
3. Pengujian Beton Segar 78
4. Pengujian Kuat Tekan Beton Dan Pembahasan 80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 97

1. Kesimpulan 97
2. Saran 98

DAFTAR PUSTAKA 100

LAMPIRAN 102

**DAFTAR TABEL**

Tabel Halaman

Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton7

Tabel 2.2Deviasi Standar sebagai Ukuran Mutu Pelaksanaan 17

Tabel 2.3 Nilai *Slump* yang dianjurkan untuk berbagai jenis pekerjaan

konstruksi 19

Tabel 2.4 Perkiraan Kebutuhan air Pencampur untuk berbagai *Slump* dan

Ukuran Nominal Agregat Maksimum 20

Tabel 2.5 Hubungan antara nilai rasio air-semen (w/c) dan kekuatan beton21

Tabel 2.6 Volume agregat kasar per-satuan volume beton22

Tabel 2.7 Perkiraan awal berat beton23

Tabel 2.8 Faktor koreksi umur beton28

Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan42

Tabel 3.2 Proporsi Campuran Beton Per 1 m³56

Tabel 3.3 Data Variabel Penelitian56

Tabel 4.1 Hasil Uji Kadar Lumpur Pasir Cimalaka 60

Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Lumpur Pasir Besi (*Iron Sand)* 60

Tabel 4.3 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air pasir Cimalaka 62

Tabel 4.4 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air pasir Besi 64

Tabel 4.5 Hasil Uji Gradasi Pasir Cimalaka 66

Tabel 4.6 Hasil Uji Kadar Air Pasir Cimalaka 67

Tabel 4.7 Hasil Uji Kadar Air Pasir Besi 67

Tabel 4.8 Berat Isi Agregat Halus 68

Tabel 4.9 Hasil Uji Kadar Garam Pasir Besi 70

Tabel 4.10 Hasil Uji Kadar Lumpur Split 10 mm – 20 mm 71

Tabel 4.11 Hasil Uji Kadar Lumpur Split 20 mm – 30 mm 72

Tabel 4.12 Hasil Uji Gradasi Split 10 mm – 20 mm 73

Tabel 4.13 Hasil Uji Gradasi Split 20 mm – 30 mm 74

Tabel 4.14 Hasil Uji Kadar Air Split 10 mm – 20 mm 75

Tabel 4.15 Hasil Uji Kadar Air Split 20 mm – 30 mm 75

Tabel 4.16 Job *Mix Design* 76

Tabel 4.17 Volume Kebutuhan 1 Silinder 77

Tabel 4.18 Volume Perbandingan Campuran PB & Agregat Halus untuk Kebutuhan 3 Silinder 78

Tabel 4.19 Volume Kebutuhan Total Material Campuran Beton 78

Tabel 4.20 *Slump* Rata Rata. 79

Tabel 4.21 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari 81

Tabel 4.22 Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari 82

Tabel 4.23 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari 83

Tabel 4.24 Kuat Tekan Beton PB 10% Umur 7 Hari 84

Tabel 4.25 Kuat Tekan Beton PB 10% Umur 21 Hari 85

Tabel 4.26 Kuat Tekan Beton PB 10% Umur 28 Hari 86

Tabel 4.27 Kuat Tekan Beton PB 20% Umur 7 Hari 87

Tabel 4.28 Kuat Tekan Beton PB 20% Umur 21 Hari 88

Tabel 4.29 Kuat Tekan Beton PB 20% Umur 28 Hari 89

Tabel 4.30 Kuat Tekan Beton PB 30% Umur 7 Hari 90

Tabel 4.31 Kuat Tekan Beton PB 30% Umur 21 Hari 91

Tabel 4.32 Kuat Tekan Beton PB 30% Umur 28 Hari 92

Tabel 4.33 Rekap Hasil Uji Kuat Tekan 7 Hari 93

Tabel 4.34 Rekap Hasil Uji Kuat Tekan 21 Hari 94

Tabel 4.35 Rekap Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari 95

Tabel 4.36 Persentase Hasil Uji kuat Tekan Beton 97

Tabel 5.1 Hasil Rata-rata Uji kuat Tekan Beton 98

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar Halaman

Gambar 2.1. Pasir Besi (Iron Sand) 26

Gambar 2.2. *Slump* 33

Gambar 2.3. *Slump* Geser 34

Gambar 2.4. *Slump* Runtuh 35

Gambar 3.1. Cawan Aluminium 47

Gambar 3.2 Oven 48

Gambar 3.3 Timbangan Manual 48

Gambar 3.4 Timbangan Digital 49

Gambar 3.5 Timbangan Duduk 49

Gambar 3.6 Saringan 50

Gambar 3.7 Batang Penusuk 51

Gambar 3.8 Alat Uji *Slump* 51

Gambar 3.9 Mesin Molen 52

Gambar 3.10 Meteran 52

Gambar 3.11 Cetakan Beton 53

Gambar 3.12 Vibrator 54

Gambar 3.13 Mesin Uji Kuat Tekan Beton 54

Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir Cimalaka 66

Gambar 4.2 Grafik Gradasi Split 1-2 73

Gambar 4.3 Grafik Gradasi Split 2-3 74

Gambar 4.4 Grafik *Slump* Test Beton 79

Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari 93

Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari 94

Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari 95

Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Gabungan 96

**LAMBANG DAN SINGKATAN**

ASTM = *American Standard Testing and Material*

BN = Beton Normal

cm = Centimeter

F = Gaya Tekan

g = Gram

Kg = Kilogram

kN = Kilonewton

MPa = Megapascal

mm = Milimeter

N = Newton

PB = Pasir Besi

SNI = Standar Nasional Indonesia

**BAB I**

**PENDAHULUAN**

1. **Latar Belakang**

Infrastruktur merupakan penunjang kemaslahatan hidup manusia. Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi bahan kontruksi berkembang mengikuti kemajuan zaman. Salah satunya adalah perkembangan teknologi beton. Beton merupakan struktur yang berperan sebagai penopang utama beban-beban yang bertumpu diatasnya. Pada dasarnya beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Keunggulan beton adalah memiliki kuat tekan yang sangat besar dan dapat bertahan lama serta dapat digunakan secara terus menerus. Seiring berjalannya waktu, penggunaan beton semakin marak digunakan di masa ini. Penggunaan material alam berupa pasir sebagai agregat halus campuran beton semakin tidak terkendali. Hal tersebut bisa mengakibatkan kerusakan alam yang tidak bisa dikendalikan. Sehingga perlunya mencari bahan material pengganti pasir sebagai campuran beton. Maka dari itu, perlu material baru sebagai pengganti campuran beton dengan tidak mengurangi mutu beton aslinya. Bahan alternatif sebagai pengganti campuran beton salah satunya adalah pasir besi *(Iron Sand).*

Pasir besi adalah sumber daya alam yang ada di seluruh pantai Indonesia dan merupakan salah satu bahan untuk membuat besi dan baja. Menurut *Booklet* 2016 pasir besi mengandung oksida besi . Pasir besi memiliki butiran yang lebih halus (lebih kecil) dibandingkan dengan pasir kali yang biasanya dipakai

pada campuran beton. Sehingga ketika dicampurkan dengan agregat beton pasir besi dapat mengikat lebih padat campuran beton serta dapat menaikan mutu beton.

Penggunaan pasir besi diharapkan dapat menjadi pengganti pasir pada campuran beton. Penggunaan pasir besi dimaksudkan bukan hanya sebagai pengganti pasir tetapi juga mampu menaikan mutu beton lebih tinggi dari mutu sebelum nya. Menurut Suryadi (2001) dalam Prasetio (2011), meneliti kuat tekan beton yang ditambahkan pasir besi dapat meningkat ± 3,64% dibandingkan dengan beton mutu normal tanpa bahan pasir besi

1. **Batasan Masalah**

Pada penelitian ini dibuat batasan-batasan masalah agar tidak menyimpang dari tujuan bahasan pokok yaitu sebagai berikut.

1. Mutu beton yang digunakan adalah 14,5 MPa atau K 175 dengan material penyusun yang digunakan adalah;
2. Pasir sebagai agregat halus dari Sumedang Jawa Barat Pasir (Cimalaka)
3. Aregat kasar split 10 mm-20 mm dan 20 mm-30 mm Kaligung Tegal.
4. Semen Portland tipe 1 dengan merek Tiga Roda.
5. Air
6. Pasir besi yang digunakan adalah jenis pasir besi yang berasal dari pantai Pulau Kodok dengan butiran halus (Mesh No.16)
7. Presentase pasir besi pada campuran sebesar 10%, 20% dan 30% dari total berat agregat halus (pasir) yang digunakan pada adukan.
8. Benda uji yang digunakan adalah benda uji silinder dengan (d) 15 cm dan (t) 30 cm sesuai dengan SNI 1974:2011.
9. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 7 hari, 21 hari, dan 28 Hari.
10. **Rumusan Masalah**

Dari uraian di atas dapat disimpulkan permasalahan yang akan dibahas adalah

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pasir besi dengan kadar 10%, 20%, dan 30%
2. Bagaimana nilai kualitas beton jika dicampurkan pasir besi 10%, 20% dan 30%.
3. **Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang akan dicapai selama penelitian adalah ;

1. Mengetahui pengaruh penambahan pasir besi pada kadar 10% 20% dan 30% terhadap kuat tekan beton.
2. Mengetahui nilai kualitas beton jika dicampurkan pasir besi 10% 20% dan 30% pada sampel beton umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari.
3. **Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian yang diharapkan tercapai adalah;

1. Meningkatkan inovasi dan kreativitas pada bidang pembangunan infrastruktur terutama pada campuran beton.
2. Memberikan solusi pada masalah penggunaan material secara terus menerus yang dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan yang tidak terkendali melihat banyak nya kebutuhan beton untuk penunjang kemaslatan umat manusia.
3. Memberikan informasi untuk uji tes kuat tekan beton dengan campuran besi 0%, 10%, 20% dan 30% pada beton umur 7 hari, 21 hari, dan 28 hari.
4. **Sistematika Penulisan**

Agar lebih mudah melihat dan mengetahui pembahasan yang ada pada skripsi ini secara menyeluruh, maka perlu diatur sistematika yang merupakan kerangka dan pedoman penulisan skripsi. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut;

1. Bagian Awal Skripsi

Bagian awal memuat halaman Sampul Depan (cover), halaman judul, Lembar Persetujuan, kata pengantar, daftar isi dan Halaman Isi.

1. Bagian Isi Skripsi

Bagian isi skripsi terdiri dari;

**BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat latar belakang masalah, Permasalahan, Batasan Masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, serta Sistematika Penulisan.

**BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan Landasan Teori yang akan digunakan dan Tinjauan Pustaka yang berisi tentang penelitian-penelitian yang sebelumnya.

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metode penelitian ,Waktu dan Tempat Penelitian, Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel, Metode Pengumpulan Data, Metode Analisis Data dan Diagram Alur Penelitian

**BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN**

Bab ini berisi hasil uji material, hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian.

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran saran untuk penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

1. **Landasan Teori**
2. Beton

Beton ialah suatu bahan bangunan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus yang diikat dengan menggunakan air dan semen serta seringkali ditambahkan admixture atau additive bila diperlukan. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregrat halus, agregrat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 2847:2013, 2013).

Beton tersusun dari ±15% semen, ±8% air, ±3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras memiliki sifat yang berbeda-beda, tergantung dengan fungsi dan metode pembuatannya. Perbandingan cara pencampuran, mengangkut, mencetak, memadatkan dan sebagainya akan mempengaruhi karakteristik beton. Menurut (Mulyono, 2005) parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut:

a). Kualitas dari bahan material semen.

b). Proporsi semen terhadap campuran beton.

c). Kekuatan dan kebersihan dari agregat yang digunakan.

d). Interaksi antara pasta semen dengan agregat.

e). Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan penyusun beton.

f). Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.

g). Perawatan beton.

**Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan beton**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kelebihan** | **Kekurangan** |
| Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen portland | Mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah mengalami retak. Sebab itu perlu untuk diberi  baja tulangan |
| Tahan terhadap aus dan temperature yang tinggi, sehingga biaya perawatan termasuk rendah | Beton keras mengembang dan menyusut apabila terjadi perubahan suhu sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mencegah terjadinya retak-  retak akibat perubahan |
| Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/pembusukan oleh  kondisi lingkungan. | Sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang mengandung garam dapat merusak  Beton |
| Beton segar dapat dengan mudah dicampur, diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapapun tergantung keinginan | Bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan bersifat daktail,  terutama pada struktur tahan gempa |

Sumber: Pemahaman Teknologi Beton, 2014

Beton itu sendiri memiliki karakteristik plastis pada saat dibuat dan dilaksanakan. kemudian secara perlahan beton akan berubah ke kondisi terjadi pengikatan (*setting*) karena adanya proses hidrasi, dan akhirnya menjadi keras dan kaku seperti batu. Oleh karena itu beton harus dibuat memenuhi tiga kriteria utama, yaitu kemudahan dalam pengerjaan ketika adukan beton masih segar (*workability*), mencapai kuat tekan minimum (*strength*) pada umur beton tertentu setelah kondisi beton keras dan kemampuan mempertahankan kekuatan beton keras (*durability*) hingga rentang waktu tertentu sebagai umur rencana yang ditetapkan.

Kemudahan dalam pengerjaan/*loading* (*workability*) adukan beton segar dapat diketahui melalui pemeriksaan keseragaman campuran secara visual,

kekentalan adukan antara lain dengan pengujian slump pada beton segar. Mutu kekuatan beton keras (*strength*) dapat diketahui melalui pemeriksaan merusak (*destructive test*) pada benda uji yang dibuat dengan bentuk tertentu dan diuji tekan/tarik pada waktu tertentu.

Mutu keawetan beton keras (*durability*) identik dengan faktor-faktor pencapaian tingkat *impermeability* beton keras dan kaku, dan ketahanan beton terhadap faktor yang dapat menyebabkan terjadinya menurunnya mutu kekuatan beton. Ketiga kriteria atau persyaratan tersebut harus dipenuhi oleh satu proporsi bahan campuran yang diperoleh dari perancangan campuran (*mix design*).

1. Bahan Penyusun Beton

Beton didapat dari pencampuran agregat halus dan agregat kasar. Bahan penyusun beton berupa pasir, kerikil, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat berupa semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton (Andika & Safarizki, 2019).

1. Semen Portland

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

Semen dibagi menjadi dua kelompok, yaitu semen hidrolik dan semen non hidrolik. Semen hidrolik memiliki kemampuan untuk mengikat dan mengeras dalam air sedangkan semen non hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, namun dapat mengeras diudara (Mulyono, 2005).

Dalam (SNI 15-2049-2004, 2004) tentang semen *portland*, jenis dan penggunaan semen, semen terbagi menjadi lima jenis, yaitu:

1. Jenis I yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen *portland* yang dalam penggunaanya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

4. Agregat Kasar

Agergat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal diatas ayakan 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976). Ukuran agregat dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton dan kemudahan dalam pengerjaannya. (Mulyono, 2005).

Berdasarkan (SNI 03-2834-2000, 2000) ukuran maksimum butir agregat telah dibatasi dalam ketentuan berikut ini :

1. Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
2. Sepertiga dari tebal pelat.
3. Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas berkas tulangan.

Menurut PBI 1971, Pasal 3.4 syarat-syarat agregat kasar adalah sebagai berikut ini:

1. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir butir pipih tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir- butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% yang ditentukan terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
4. Kekerasan butir-butir agregat kasar yang diperiksa dengan bejana penguji dari *Rudelof* dengan beban penguji 20 ton yang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
5. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5-19 mm lebih dari 24% berat.
6. Tidak terjadi pembubukan samapai 19-30 mm lebih dari 22% berat.
7. Kekerasan ini dapat juga diperiksa dengan alat Los Angeles. Dalam hal ini tidak boleh kehilangan berat lebih dari 50%.
8. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan yang ditentukan dalam Pasal 3.5 ayat 1 PBI 1971, harus memenuhi syarat - syarat sebagai berikut:
9. Sisa diatas ayakan 31,5 mm harus 0% berat.
10. Sisa diatas ayakan 4 mm harus berkisar antara 90% dan 98%.
11. Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan, maksimum 60% dan minimum 10% berat.

Berdasarkan berat dari agregat kasar, (Mulyono, 2005) membagi  
menjadi 3 jenis agregat kasar sebagai berikut:

a). Agregat normal

Agregat normal dihasilkan dari pemecahan batuan dengan quarry atau langsung dari sumber alam. Berat jenis rata-ratanya adalah 2.5-2.7  
gr/cm3. Agregat ini biasanya berasal dari granit, basalt, kuarsa, dan  
sebagainya.

b). Agregat ringan

Agregat ringan digunakan untuk menghasilkan beton yang ringan. Berat isi agregat ini berkisar 350-880 kg/m3 untuk agregat kasarnya dan 750-1200 kg/m3 untuk agregat halus.

c). Agregat berat

Agregat berat mempunyai berat jenis lebih besar dari 2.800 kg/m3.  
Contohnya adalah magnetic (Fe3O4), barytes (BaSO4) dan serbuk besi.  
Beton yang menggunakan agregat berat biasanya digunakan sebagai  
pelindung dari sinar radiasi sinar-X.

5. Agregat Halus

Menurut (SNI 03-2834-2000, 2000), agregat halus adalah pasir alam  
sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan  
oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir maksimum 5 mm.  
Agregat halus merupakan agregat yang loloss ayakan No.4 dan tertahan pada  
saringan No.200 dimana besar butirannya berkisar antara 0,15 sampai 5 mm.  
Agregat halus juga merupakan suatu agregat yang semua butirannya  
menembus ayakan berlubang 4,8 mm (SII.0052,1980) atau 4,75 mm (ASTM  
C33,1982). Gradasi agregat untuk campuran beton harus memiliki ukuran  
butir yang beragam supaya mengisi rongga dalam beton dan memperkecil  
volume pori beton. Berdasarkan (SNI 03-1970-1990, 1990), berat jenis  
agregat halus minimum adalah 2,5 dan penyerapan maksimum yaitu 5%.  
Persyaratan agregat halus secara umum menurut SII 0052-80 tentang  
“Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”, adalah sebagai berikut:

1. Modulus kehalusan agregat halus yaitu 1,5 sampai 3,8.
2. Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
3. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan  
   jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15%.
4. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci berdasarkan Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971 NI.2).
5. Air

Air sangat diperlukan dalam pembuatan campuran beton agar campuran beton dapat melakukan reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar lebih mudah dalam pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat digunakan untuk bahan campuran beton. Air yang mengandung senyawa seperti garam, minyak gula, dan bahan-bahan kimia lainnya, tidak baik untuk dipakai pada campuran beton apabila digunakan untuk campuran beton maka beton akan sangat berpengaruh dan dapat menyebabkan menurunnya kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat karakteristik dari semen tersebut. Selain itu, air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mempengaruhi kemudahaan dalam pengerjaannya.

Air yang diperlukan pada campuran beton dipengaruhi oleh beberapa  
faktor-faktor yaitu sebagai berikut:

1. Ukuran agregat maksimum, yang semakin besar ukurannya kebutuhan air juga akan semakin menurun.
2. Bentuk butiran agregat, untuk bentuk butiran yang bulat maka kebutuhan  
   air menurun sedangkan untuk batu pecah diperlukan air yang lebih  
   banyak.
3. Gradasi agregat, apabila gradasi yang dihasilkan baik maka kebutuhan air  
   yang digunakan akan menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat, juga berpengaruh terhadap air yang dibutuhkan  
   karena semakin banyak kotoran pada agregat maka akan sebanding  
   dengan kebutuhan air yang juga ikut meningkat.
5. Jumlah agregat halus, apabila agregat halus yang digunakan sedikit maka  
   kebutuhan air yang digunakan juga semakin menurun.

Menurut (SNI 03-2847-2002, 2002) bahwa air yang digunakan pada  
campuran beton harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari  
   bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton pada beton yang didalamnya  
   tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam   
   agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang banyak.
3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali  
   ketentuan Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada  
   campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

7. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton (*mix design*) adalah tata cara pembuatan  
rencana untuk beton normal, yang menghasilkan mutu beton sesuai dengan  
perencanaan (BSN, 2000). *Mix design* bertujuan untuk menentukan proporsi bahan penyusun beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang seimbang supaya menghasilkan beton yang memenuhi kriteria *workability*, kekuatan, dan durabilitas yang sesuai dengan spesifikasi.

Metode perencanaan campuran beton yang digunakan ialah metode  
SNI. Hasil dari *mix design* dengan menggunakan metode SNI tersebut  
merupakan *mix design* dengan kondisi agregat dalam kondisi kering  
permukaan (SSD), sehingga perlu untuk dilakukan pengujian untuk menyesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Berdasarkan dari hasil *mix design* proporsi campuran bisa dihitung  
sesuai dengan kebutuhan dan jumlah benda uji yang diperlukan. Menurut SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, menjelaskan bahwa untuk perencanaan campuran beton, maka diperlukan data material berupa berat kering oven agregat kasar, berat jenis agregat, kadar air agregat, daya serap agregat, gradasi agregat, modulus kehalusan agregat, dan berat jenis semen yang digunakan.

Berdasarkan metode SNI yang digunakan dari peraturan SNI 7656-  
2012, perencanaan campuran untuk beton normal meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

a). Menentukan nilai kuat tekan beton.

Penentuan nilai kuat tekan beton (f’c) yang direncanakan sesuai dengan syarat teknik yang dikehendaki. Kuat tekan ini ditentukan pada umur 28 hari, dengan kegagalan/cacat maksimum ditetapkan 5%.

b). Menentukan Nilai Deviasi Standar.

Menentukan Nilai Deviasi Standar Penentuan nilai deviasi standar yang dapat digunakan untuk menganalisa tingkat mutu dengan mengukur nilai deviasi (penyimpangan) pada beton yang dapat dilihat pada Tabel berikut;

**Tabel 2.2 Deviasi standar sebagai ukuran mutu pelaksanaan**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Isi pekerjaan | | Deviasi standar | | |
| Sebutan | Volume  beton (m3) | Baik sekali | Baik | Dapat  Diterima |
| Kecil | < 1000 | 4,5<S<5,5 | 5,5<S<6,5 | 6,6<S<8,5 |
| Sedang | 1000 – 3000 | 3,5<S<4,5 | 4,5<S<5,5 | 6,5<S<7,5 |
| Besar | > 3000 | 2,5<S<3,5 | 3,5<S<4,5 | 4,5<S<6,5 |

Sumber: SNI 7656-2012

c). Menghitung nilai tambah/margin.

M = 1,64 x S

Dimana:

M : Nilai tambah

1,64 : Tetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase

kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

S : Deviasi standar rencana

d.) Menentukan kuat tekan rata-rata yang direncanakan.

Nilai kuat tekan beton yang digunakan adalah nilai kuat tekan beton rata- rata yang direncanakan atau yang dibutuhkan (fc). Sedangkan dalam SNI 7656-2012, kuat tekan perlu (f’cr) yang digunakan sebagai dasar proporsi campuran beton yaitu dengan persamaan berikut:

f′cr = f′c + M

Dimana:

f’cr : Nilai kuat tekan beton rata-rata (MPa)

f’cf : Nilai kuat tekan karakteristik (MPa)

M : Nilai tambah

e.) Menentukan nilai *slump*/*workability.*

Penentuan nilai *slump* yang dapat digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan konstruksi apabila beton dipadatkan dengan cara digetarkan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.3 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai jenis pekerjaan konstruksi**

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

Sumber: SNI 7656-2012

f). Pemilihan ukuran butiran agregat maksimum.

Ukuran nominal agregat maksimum harus tidak boleh melebihi 1/5 dari ukuran terkecil dimensi antara dinding-dinding cetakan/bekisting, kurang dari 1/3 tebalnya pelat lantai, dan kurang dari ¾ jarak minimum antar masing-masing tulangan.

g). Perkiraan air pencampur dan kandungan udara.

Perkiraan jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada:

1). Ukuran nominal maksimum.

2). Jenis batuan yang digunakan.

3). Nilai slump perencanaan.

4). penggunaan bahan tambah kimia.

Perkiraan untuk jumlah air yang digunakan pada campuran beton dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.4 Perkiraan kebutuhan air pencampur untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum**

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

Sumber: SNI 7656-2012

h). Pemilihan rasio air-semen.

Hubungan antara nilai rasio air-semen (w/c) dan kekuatan beton dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.5 Hubungan antara nilai rasio air-semen (w/c) dan kekuatan beton**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kekuatan beton umur 28 hari (Mpa) | Rasio air semen (berat) | |
| Beton tanpa  tambahan udara | Beton dengan  tambahan udara |
| 40 | 0,42 | - |
| 35 | 0,47 | 0,39 |
| 30 | 0,54 | 0,45 |
| 25 | 0,61 | 0,52 |
| 20 | 0,69 | 0,6 |
| 15 | 0,75 | 0,7 |

Sumber: SNI 7656-2012

i). Perhitungan kadar semen.

Banyaknya untuk setiap satuan volume beton diperoleh dengan membagi perkiraan kadar air dengan rasio air-semen.

j). Perkiraan kadar agregat kasar.

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

Perkiraan volume agregat kasar dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.6 Volume agregat kasar per-satuan volume beton**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ukuran Minimal Agregat  Maksimum  (mm) | Volume agregat kasar kering oven per satuan  volume beton untuk berbaai modulus kehalusan dari agregat halus | | | |
| 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 |
| 9,5 | 0,5 | 0,48 | 0,46 | 0,44 |
| 12,5 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 19 | 0,66 | 0,64 | 0,62 | 0,6 |
| 25 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 37,5 | 0,75 | 0,73 | 0,71 | 0,69 |
| 50 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,72 |
| 75 | 0,82 | 0,8 | 0,78 | 0,76 |
| 150 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,81 |

Sumber :SNI 7656-2012

k.) Perkiraan kadar agregat halus.

Untuk memperoleh nilai agregat halus dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu mengurangi satuan volume beton dengan seluruh volume bahan yang diketahui, mengacu pada nilai yang telah ditetapkan dan dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.7 Perkiraan awal berat beton**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ukuran normal Agregat maksimum (mm) | Perkiraan Awal Berat Beton (Kg/m3) | |
| Beton tanpa  tambahan udara | Beton dengan  tambahan udara |
| 9,5 | 2280 | 2200 |
| 12,5 | 2310 | 2230 |
| 19 | 2345 | 2275 |
| 25 | 2380 | 2290 |
| 37,5 | 2410 | 2350 |
| 50 | 2445 | 2345 |
| 75 | 2490 | 2405 |
| 150 | 2530 | 2435 |

Sumber: SNI 7656-2012

Apabila diinginkan perhitungan berat beton per m³, secara matematis dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

U = 10G(100 + A) + c ( 1 – Ga)− w (𝐺𝑎 – 1)

G

Dimana :

U : Berat beton segar, kg/m³

Ga : Berat jenis rata-rata gabungan agregat halus dan kasar, kering

permukaan jenuh (SSD adalah *saturated surface dry*)

Gc : Berat jenis semen (umumnya = 3,15)

A : Kadar udara (%)

w : Syarat banyaknya air pencampur

kg/m³ c: Syarat banyaknya semen, kg/m³

l.) Penyesuaian terhadap kelembaban agregat.

Jumlah agregat yang digunakan untuk campuran beton harus dikoreksi dengan memperhitungkan kandungan air dalam agregat dan air yang mampu diserap oleh agregat, yang dirumuskan dengan persamaan berikut:

AK’ = AK (KK – PK)

Ah’ = Ah (Kh – Ph)

w ‘ = AK (KK – PK)

Dimana:

w’ : Air yang dibutuhkan setelah dikoreksi (kg)

w : Air yang dibutuhkan kondisi SSD (kg)

AK : Agregat kasar setelah dikoreksi (kg)

AK’ : Agregat kasar setelah dikoreksi (kg)

Ah : Agregat halus kondisi SSD (kg)

Ah’ : Agregat halus setelah dikoreksi (kg)

KK : Kadar air agregat kasar (%)

K : Kadar air agregat halus (%)

PK : Daya serap agregat kasar (%)

Ph : Daya serap agregat halus (%)

8. Karakteristik Pasir Besi (*Iron Sand*)

Pasir besi adalah sejenis pasir berwarna abu abu gelap atau kehitaman yang merupakan salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia. Pasir besi biasanya digunakan sebagai bahan baku dalam industri baja. Pasir besi pada umumnya terhampar di seluruh garis pantai Indonesia. Dengan garis pantai yang sangat panjang, Indonesia memiliki total sumber daya pasir besi sebesar 4280 juta ton dan cadangan 750 juta ton dengan derajat kemagnetan endapan pasir 65% dan kandungan Fe mencapai 45% (KemenESDM,2018)

Pasir besi terdiri dari mineral Sungai Opak yang bercampur dengan butiran butiran non-logam seperti *kuarsa, kalsit, feldspar, amphibole, piroksen, biotit* dan *tourmaline* Firjatullah (2022).

Komposisi dari pasir besi adalah oksida besi (Fe2O3), silica oksida (SiO2), dan magnesium (MgO) dan ukuran butiran berkisar 80-100 mesh (0,005 mm) menjadikan nya sebagai *continuous* terhadap beton mutu tinggi. Penelitian Suryadi (2007) menyatakan bahwa nilai uji kuat tekan pada benda silinder beton dengan tambahan 5% serbuk besi menunjukkan kenaikan kuat tekan sebesar 3,64% selain itu modulus elastisitas beton meningkat sebesar 8,68% dibandingkan dengan beton mutu normal tanpa campuran serbuk pasir besi.

* Lokasi Pengambilan Bahan Pasir Besi Campuran Beton
* Tempat : Pantai Kodok, Kota Tegal.

Koordinat : LS 6º50’39” BT 109º9’37”

* Waktu : 11 November 2022 – 10 Desember 2022
* Cara Pengambilan : Menggunakan magnetik ukuran D10 (cm)



**Gambar 2.1 Pasir Besi (*Iron Sand*)**

Sumber : Dokumentasi Pribadi

9. Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Nilai dari Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur, semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Beton memiliki kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan umur beton, biasanya kuat tekan beton ditentukan ketika beton mencapai umur 28 hari, Untuk beton struktural, f’c tidak boleh kurang dari 17 Mpa.

Menurut (Tjokrodimuljo, 2012) kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor diantaranya sebagai berikut:

a). Umur beton

Kuat tekan beton bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan umur disini yaitu dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat tekan betonmula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu semakin lambat, dan laju kenaikan tersebut menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari, sehingga secara umum dianggap tidak naik lagi setelah berumur 28 hari. Oleh karena itu, sebagai standar kuat tekan beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari. Beton yang sudah mencapai umur 28 hari akan mempunyai kuat tekan yang maksimal sehingga umumnya kuat tekan umur 28 hari menjadi acuan standar dalam pembacaan kuat tekan beton. Namun, terdapat cara untuk memprediksi mutu beton salah satunya adalah dengan cara untuk memprediksi kuat tekan beton pada umur tertentu dengan faktor koreksi umur beton. Cara koreksi umur beton dihitung dengan membagi angka koreksi yang tersedia pada SNI/PBI dengan kuat tekan. Faktor koreksi umur beton dapat dilihat pada tabel berikut:

|  |  |
| --- | --- |
| Umur (hari) | Angka koreksi |
| 3 | 0,46 |
| 7 | 0,7 |
| 14 | 0,88 |
| 21 | 0,96 |
| 28 | 1 |

**Tabel 2.8 Faktor koreksi umur beton**

Sumber: PBI 1971

b). Faktor air semen

Faktor air semen (FAS) ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Umumnya, nilas FAS pada beton normal berkisar antara 0,40 dan 0,60.

c). Kepadatan beton

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang. Beton yang kurang padat berarti berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang.

d). Jumlah pasta semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir- butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori-pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen. Jika pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh butir agregat terselimuti oleh pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat, dan berakibat kuat tekan beton rendah. Akan tetapi, jika jumlah pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton lebih didominasi oleh pasta semen, bukan agregat. Karena umumnya kuat tekan pasta semen lebih rendah daripada agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton menjadi lebih rendah. Pada nilai FAS sama, variasi jumlah semen juga menggambarkan variasi jumlah pasta semen.

e). Jenis semen

Masing-masing jenis semen portland (termasuk semen *portland pozzolan*) mempunyai sifat tertentu, misalnya: cepat mengeras, dan sebagainya sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.

f). Sifat agregat

Agregat terdiri atas agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain:

1. Kekasaran permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat daripada permukaan agregat yang halus dan licin.
2. Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri saling mengunci dan sulit digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat.
3. Kuat tekan agregat, karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah pula.

Munurut SNI 03-6815-2002, maksud pengujian kekuatan beton adalah untuk menentukan terpenuhinya spesifikasi kekuatan dan mengukur variabilitas beton. Besarnya variasi kekuatan uji beton tergantung pada mutu material, pembuatan, dan kontrol dalam pengujiannya. Perbedaan kekuatan ditemukan dari dua penyebab utama, yaitu sebagai berikut:

1. Perilaku kekuatan yang terbentuk dari campuran beton dan bahan penyusun.
2. Kekuatan yang disebabkan oleh perpaduan variasi dalam pengujian.

Berdasarkan SNI 1974-2011 nilai kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

f ′c = F/A

Dimana :

f’c : Kuat tekan beton (MPa)

F : Gaya tekan aksial (N)

A : Luas penampang benda uji (mm²)

10. Penentuan Nilai *Slump/Workability* Beton

Menurut (Antoni & Nugraha, 2007), *workability* beton adalah adalah kemudahan suatu campuran beton segar untuk dikerjakan dan dipadatkan. *Workability*/kelecakan dapat dinyatakan juga sebagai kemudahan pengerjaan beton, proses penuangan dan pemadatan beton yang tidak menyebabkan terjadinya pemisahan agregat (*segregation*) dan pemisahan air (*bleeding*) dari adukan beton (Alfredo, 2012). Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai uji slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Untuk mengetahui kemudahan pengerjaan beton dapat dilakukan uji slump beton, beton yang memiliki nilai slump tinggi akan bersifat encer mudah dikerjakan sebaliknya apabila beton dengan nilai slump rendah maka akan bersifat kaku dan sulit untuk dikerjakan. Beberapa unsur yang mempengaruhi workability beton adalah sebagai berikut:

1. Jumlah Air Pencampur

Semakin banyak jumlah air yang digunakan, maka semakin mudah beton dikerjakan.

1. Kandungan Semen

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

1. Gradasi Campuran Pasir dan Kerikil

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

1. Bentuk Butiran Agregat

Agregat yang memiliki bentuk bulat, lebih mudah untuk dikerjakan.

1. Cara Pemadatan dan Alat Pemadat

Pemadatan dalam pengujian slump biasanya dilakukan tiap 1/3 pengisian dengan menumbuk sebanyak 25 kali tumbukan, apabila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit.

Kemudahan dalam pengerjaan dapat diperiksa dengan melakuka pengujian *slump* yang berdasar pada SNI 03-1972-1990. Percobaan ini menggunakan kerucut berbahan baja yang berbentuk terpancung (kerucut abrams). Kerucut ini memiliki diameter atas sebesar 10 cm, bagian bawah 20 cm, dan memiliki tinggi 30 cm. Berdasarkan SNI 1972-2008 cara untuk dapatkan nilai *slump* beton adalah dengan cara mengurangi nilai tinggi alat *slump* dengan tinggi beton, secara matematis dapat dilihat pada persamaan berikut:

S = Ta – Tb

Dimana :

S : Nilai *slump* beton (mm)

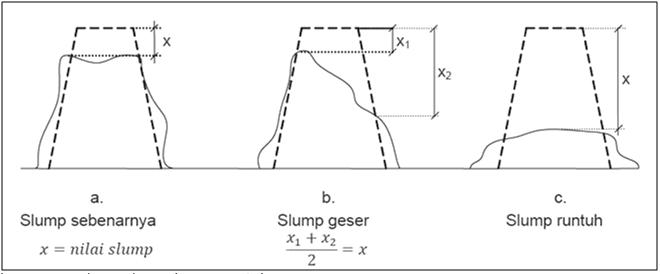
Ta : Tinggi alat (mm)

Tb : Tinggi beton (mm)

Pengujian *slump* dengan persamaan diatas hanya dapat dilakukan apabila permukaan beton rata dan tidak terjadi keruntuhan geser. Berdasarkan cara penentuan nilai, slump dapat dibedakan atas tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

1). *Slump* Sebenarnya

*Slump* sebenarnya merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* yang sebenarnya. Pengambilan nilai *slump* sebenarnya yaitu dengan mengukur minimum penurunan dari puncak kerucut.

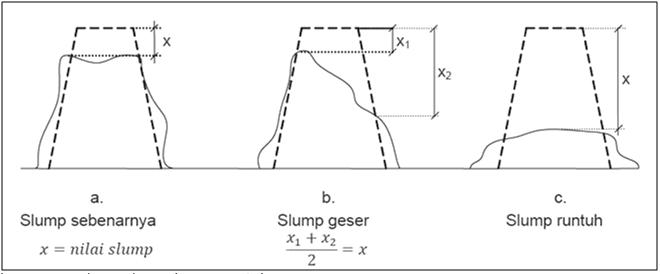


**Gambar 2.2 *Slump* Sebenarnya**

Sumber: Wikipedia

2.) *Slump* Geser

*Slump* geser terjadi apabila separuh puncaknya tergeser kebawah pada bidang miring. Pengambilan nilai *slump* geser ini ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut. Apabila terjadi keruntuhan geser beton, maka nilai *slump* tidak dapat ditentukan karena keruntuhan geser beton tidak dizinkan ketika uji *slump*. Sedangkan berdasarkan PBI 1971 N.I.-2 apabila terjadi keruntuhan geser beton, nilai *slump* merupakan nilai *slump* rata – rata seperti pada gambar berikut:



**Gambar 2.3 *Slump* Geser**

Sumber: Wikipedia

Berdasarkan gambar diatas maka nilai *slump* yang digunakan dapat dirumuskan seperti persamaan berikut:

X = X1+X2

2

Dimana:

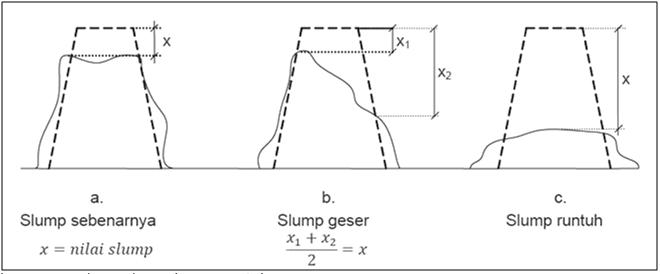
X1  : *Slump* Atas (mm)

X2  : *Slump* Bawah (mm)

X : *Slump* (mm)

3). *Slump* Runtuh

*Slump* runtuh terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair, pengambilan nilai slump ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut seperti pada gambar berikut:



**Gambar 2.4 *Slump* Runtuh**

Sumber: Wikipedia

11. Penambahan Zat

Menurut (SNI 03-2495-1991, 1991) bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubukan atau cairan, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya.

Bahan tambahan yang digunakan untuk mempengaruhi sifat beton terbagi menjadi beberapa jenis yaitu:

1. Bahan tambahan tipe A adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan.
2. Bahan tambahan tipe B adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
3. Bahan tambahan tipe C adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mempercepat waktu pengikatan dan menambah kekuatan awal beton.
4. Bahan tambahan tipe D adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
5. Bahan tambahan tipe E adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan dan juga untuk mempercepat waktu pengikatan serta menambah kekuatan awal beton.
6. Bahan tambahan tipe F adalah suatu bahan tambahan yangdigunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah diterapkan.
7. Bahan tambahan tipe G adalah suatu bahan tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang telah ditetapkan dan juga untuk memperlambat waktu pengikatan beton.
8. **Tinjauan Pustaka**

Untuk mendukung penelitian yang penulis lakukan, penulis melakukan pengumpulan referensi dari penelitian – penelitian sebelumnya sebelumnya yang terkait untuk dijadikan tinjauan pustaka. Adapun penelitian yang terkait dengan penggunaan cangkang moluska pada pembuatan beton yang penulis jadikan acuan pada penelitian “Pengaruh Penambahan Pasir Besi (*Iron Sand*) Terhadap Campuran Beton” adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Isradias Mirajhusnita, Teguh Haris Santosa dan Royan Hidayat dengan judul “Pemanfaatan Limbah B3 sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus dalam Pembuatan Beton” menyimpulkan bahwa dari 4 sampel beton, didapat hasil kuat tekan berbeda. Sampel umur 3 hari kuat tekan sebesar 19,9 Mpa, umur 7 hari kuat tekan sebesar 248 Mpa, umur 14 hari kuat tekan sebesar 249, dan umur 28 hari kuat tekan 28 hari kuat tekan sebesar 261 Mpa. 4 Sampel dinilai tidak mencapai target kuat tekan yang direncanakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan limbah B3 ( bata api bekas dan *bottom ash* ) dalam pembuatan beton kurang efektif karna harus ada koreksi lg atas persentase lg. Penambahan polimer dalam pembuatan beton konvensional tidak dapat mempercepat pengeringan beton dan beton tersebut memiliki daya tahan terhadap air. Beton konvensional pemanfaatan limbah B3 ini mampu memenuhi aspek ekonomis dan ramah lingkungan.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Lina Flaviana Tilik, Fadhila Firdausa, Muhammad Rifqi Agusri dan Puji Hartoyo dengan judul “Pengaruh Cangkang Kerang Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Pada Kuat Tekan Beton” menjelaskan dengan spesimen yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Komposisi kerang yang ditentukan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 0,5% superplasticizer ditambahkan. Kualitas beton yang direncanakan adalah Fc = 25MPa. Nilai kekuatan tekan beton meningkat dengan penambahan cangkang sebesar 5% dan menurun dalam penambahan cangkang di atas 5% dengan superplasticizer 0,5% ditambahkan. Kekuatan tekan beton normal dan beton superplastisizer 0,5% adalah 28,26 MPa dan 29,15 MPa pada usia 28 hari dan kekuatan tekan beton shell dengan komposisi 5%, 10%, 15%, dan 20% ditambahkan dengan superplasticizer 0,5% menghasilkan kekuatan tekan 30,78MPa; 26.78MPa; 24,71 MPa, dan 22,93 MPa pada usia 28 hari.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Okky Hendra Hermawan, Teguh Haris Santoso, M. Basir dan Weimintoro dengan judul “Pemanfaatan Limbah Bottom Ash sebagai Bahan Campuran Agregat Halus dengan Penambahan Tetes Tebu pada Pembuatan Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton” menjelaskan bahwa hasil dari penelitian tersebut menunjukan pengaruh dari limbah bottom ash dan tetes tebu (Molase) dari variasi tersebut antara lain 5%, 10%, dan 15% tidak dapat meningkatkan mutu beton dibandingan campuran beton normal dengan nilai kuat tekan sebesar 25,10 Mpa secara teknis, namun secara target untuk beton mutu 24 Mpa dengan variasi campuran 5% dan 10% sudah mencapai dengan nilai sebesar 24,93 Mpa dan 24,35 Mpa.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Andre Ian Kusuma dengan judul “Pemanfaatan Limbah kulit Kerang Simping Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton” menjelaskan dengan Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Presentase cangkang kerang sebagai subtitusi sebesar 0%, 4%, 8% dan 16% dari jumlah benda uji sebanyak 8 buah sampel. Dari hasil uji yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan pada 0% campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata 21,97 MPa, campuran 4% menghasilkan kuat tekan rata-rata 13,04 MPa, campuran 8% menghasilkan kuat tekan rata-rata 16,35 MPa, dan campuran 16% menghasilkan kuat tekan rata-rata 20,22 MPa yang artinya semakin banyak campuran kerang simping dapat meningkatkan kuat tekan beton.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Arifatul Azis dengan judul “Analisa Penggunaan Pasir Limbah Cetakan Pengecoran Logam Sebagai Campuran Agregat Halus Dengan Penambahan Tetes Tebu (Molase) Terhadap Kuat Tekan Beton” menjelaskan Variasi campuran limbah pasir terhadap total kebutuhan pasir pada penelitian beton ini adalah 0 %, 25%, 50%, 75 % dan 100% dengan tetes tebu sebanyak 0,25% dari berat semen. Dari hasil pengujian kuat tekan pada 7 hari menghasilkan kuat tekan rata-rata beton berturut-turut 165,8 kg/cm2; 304,5 kg/cm2; 261,6 kg/cm2; 288,6 kg/cm2 dan 189,1 kg/cm2. Dan pada pengujian umur 14 hari yang dikonversi ke 28 hari adalah 211,2 kg/cm2; 319,3 kg/cm2; 345,1 kg/cm2; 311,9 kg/cm2 dan 250,5 kg/cm2. Dari hasil tersebut didapat kuat tekan optimum dengan kadar pasir limbah 50% yang diuji pada umur beton 14 hari menghasilkan kuat tekan beton 345,1 kg/cm2.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Dwi Hartantyo dan Muhammad Hakim Susianto dengan judul “Pengaruh Penambahan Tumbukan Cangkang Keong Mas Terhadap Kuat Tekan Beton Non Struktual K-175” menjelaskan pada penelitian ini menggunakan bahan tambah tumbukan cangkang keong mas terhadap yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan tumbukan cangkang keong mas terhadap kuat tekan beton dengan variasi persentase 2%, 4%, dan 6% dari berat semen. Hasil dari data tumbukan cangkang keong mas pada campuran beton dengan variasi penambahan 2% (15,423), 4% (17,59), dan 6% (19,276), dimana nilai kuat tekan tertinggi didapat pada penambahan tumbukan cangkang keong mas 6% yaitu 19,276 Mpa, sedangkan nilai terendah terdapat pada penambahan tumbukan cangkang keong mas 2% yaitu 15,423 Mpa.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Ridho Pratama dan Helmy Akbar Bale tentang “Pengaruh Pasir Besi Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton” Menjelaskan bahwa penambahan pasir besi dapat meningkatkan mutu beton pada kadar 0% mengahasilkan kuat tekan beton 25,170 MPa, pada kadar 60% menghasilkan kuat tekan beton 29,771 MPa, pada kadar 70% menghasilkan 30,270 MPa, pada kadar 80% menghasilkan kuat tekan beton 32,942 MPa, dan kadar 90% hasil kuat tekan menurun menjadi 29,517 MPa.
8. Penelitian yang dilakukan oleh Erny Agusri dan Masri A Rival tentang “Pengaruh Penambahan Pasir Besi Terhadap Kuat Tekan Beton K300” menyatakan bahwa penamban pasir besi untuk campuran beton dapat mempengaruhi dan memperkecil nilai slump dan menurunkan nilai kuat tekan beton.
9. Penelitian yang dilakukan oleh Bangkit Aryoputro Firjatullah, Mochamad Teguh dan Elvis Saputra menyatakan bahwa kuat tekan beton yang dicampur pasir besi mengalami peningkatan mutu N-00, V-01, V-02, V-03 secara berurutan yakni 46,41 MPa, 49,20 MPa, 51,71 MPa dan 51,34 MPa.

**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

1. **Metodologi Penelitian**

Metode penelitian adalah cara peneliti untuk mendapatkan data sehingga peneliti dapat menemukan cara untuk memecahkan masalah. Prosedur dan teknik penelitian termasuk dalam metode penelitian. Langkah penting dalam menyelesaikan masalah penelitian adalah metode penelitian. Dalam penelitian ini, pemeriksaan strategi yang digunakan adalah teknik percobaan atau eksperimen.

Menurut Sugyono (2011) metode eksperimen adalah strategi penelitian yang digunakan untuk menentukan, dalam keadaan terkendali, bagaimana suatu perlakuan mempengaruhi perlakuan lainnya. Sebaliknya Sukardi (2003) menegaskan bahwa penlitian eksperimen dapat, pada prinsipnya, didefinisikan sebagai pendekatan metodis untuk mempelajari hubungan yang mengandung fenomenal kausal.

Berdasarkan definisi ini, dapat diartikan bahwa penelitian percobaan atau eksperimen adalah strategi eksplorasi yang diharapkan untuk memutuskan dampak pemberian perlakuan untuk menyelidiki subjek.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Adalah metode percobaan untuk membuktikan suatu pertanyaan atau hipotesis tertentu dan suatu cara penyajian pembelajaran yang melibatkan mahasiswa secara langsung untuk membuktikan teori dari materi pembelajaran yang didapatkan, bertujuan

untuk melakukan perbandingan suatu akibat perlakuan objek eksperimen tertentu dengan suatu perlakuan objek eksperimen yang lain berbeda. Langkah langkah dalam metode penelitian eksperimen berupa merencanakan, mengumpulkan data, mengolah atau menganalisa data, menarik kesimupulan, dan membuat laporan hasil ekperimen serta penyusunan laporan hasil eksperimen untuk dijadikan referensi dan pengembangan untuk eksperimen selanjutnya.

Pada penelitian ini dibuat benda uji yang disebut juga sampel. Penelitian ini menggunakan beton normal dengan campuran 0%, 10%, 20%, dan 30%, Pasir Besi. Sedangkan umur benda uji yang akan di tes adalah 7 hari, 21 hari dan 28 hari, benda uji pada setiap variasi yang dibuat adalah berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30cm dengan kuat uji tekan beton mutu K175 atau fc 14,53 MPa.

1. **Waktu dan Tempat**
2. Waktu

Adapun waktu penelitian yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

**Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan**

**Tabel. 3.1** Waktu Pelaksanaan



Sumber: Dokumen Pribadi

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal, Jl. Halmahera Km. 1 Kota Tegal dan PT. BANGUN ANUGRAH BETON NUSANTARA, Jl. Raya Yomani Guci Km. 01 Desa Timbangreja Kabupaten Tegal.

**C. Instrumen Penelitian dan Desain Pengujian**

Adapun instrument pada pelaksanaan penelitian ini, antara lain :

1. Alat

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

a. Cawan

Cawan digunakan sebagai wadah atau tempat benda uji sebelum melakukan pengujian. Cawan yang terbuat dari aluminium yang tahan terhadap panas. Dalam penelitian ini cawan digunakan untuk pengujian analisa saringan, berat jenis, kadar lumpur, dan kadar air.



**Gambar 3.1 Cawan Alumunium**

Sumber: Pencarian Cawan Google.com

b. Oven

Oven berfungsi sebagai pengering agregat, yang dilengkapi dengan pengaturan suhu. Dalam penilitian ini cawan digunakan untuk menguji analisa saringan, berat jenis, kadar lumpur , dan kadar air.



**Gambar 3.2 Oven**

Sumber: Pencarian Oven Google.com

c. Timbangan  
 Timbangan yang digunakan ada beberapa yaitu:  
1. Timbangan manual

Timbangan manual adalah timbangan yang digunakan untuk menimbang bahan campuran beton yang akan di cor dan digunakan juga untuk pemeriksaan berat jenis agregat kasar.



**Gambar 3.3.** **Timbangan Manual**

Sumber: Pencarian Timbangan Manual Google.com

2. Timbangan Digital

Timbangan digital yang digunakan pada penelitian ini untuk menimbang cawan, pengujian analisa saringan, berat jenis, kadar lumpur, kadar air, berat beton.



**Gambar 3.4** **Timbangan Digital**

Sumber: Pencarian Manual Timbangan Digital Google.com

3. Timbangan Duduk

Timbangan duduk yaitu dimana benda yang di timbang dalam keadaan duduk. Dalam penelitian ini timbangan duduk digunakan untuk  
menimbang beton yang akan di uji.



**Gambar 3.5** **Timbangan Duduk**

Sumber: Pencarian Timbangan Duduk Google.com

d. Saringan

Saringan yang digunakan untuk pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus. Selain untuk pengujian analisa saringan, saringan mesh No. 16 juga digunakan untuk menyaring bahan tambahan dalam pembuatan beton, termasuk bahan tambahan pasir besi. Ukuran saringan yang digunakan yaitu no.1 ½” (38,1 mm), No. 1” (25,4 mm), no.3/4” (19 mm), no.1/2” (12,7 mm), no.3/8” (9,6 mm), no.4 (4,8 mm), No. 8 (2,36mm) Pan.



**Gambar 3.6** **Saringan**

Sumber: Pencarian Saringan Google.com

e. Batang Penusuk

Batang penusuk terbuat dari baja dengan panjang 60 cm dan berdiameter 16 cm. Dalam penelitian ini digunakan untuk pengujian berat isi, untuk pengujian slump, dan untuk memadatkan beton dalam silinder.



**Gambar 3.7** **Batang Penusuk**

Sumber: Pencarian Batang Penusuk Google.com

f. Alat Uji *Slump*

Alat ini terbuat dari baja yang berbentuk kerucut dengan tebal 2 mm, diameter atas 100 mm dan bawah 200 mm. Pada penelitian ini alat uji di gunakan untuk pemeriksaan slump setelah pengadukan beton.



**Gambar 3.8** **Alat Uji *Slump***

Sumber: Pencarian Alat Uji *Slump* Google.com

g. Mesin Pengaduk Campuran Beton (Molen)

Mesin ini berfungsi untuk mengaduk campuran beton agar tercampur merata. Pada penelitian ini mesin molen yang digunakan adalah mesin tiger berkapasitas 125 Liter.



**Gambar 3.9 Mesin Molen**

Sumber: Pencarian Mesin Molen Google.com

h. Meteran

Digunakan untuk mengukur penurunan pada pengujian *slump*



**Gambar 3.10** **Meteran**

Sumber: Pencarian Meteran Google.com

i. Cetakan Beton

Cetakan beton yang terbuat dari baja berupa silinderdengan  
diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, berfungsi untuk mencetak beton  
setelah pengecoran.



**Gambar 3.11** **Cetakan Beton**

Sumber: Pencarian Cetakan Beton Google.com

j. Mesin Penggetar (Vibrator)

Berfungsi untuk pemadatan beton pada cetakan benda uji agar  
tidak ada rongga udara yang terperangkap didalam cetakan, sehingga  
beton bersifat padat.



**Gambar 3.12** **Vibrator**

Sumber: Pencarian Mesin Vibrator Google.com

k. Mesin Uji Kuat Tekan

Mesin Uji Tekan berkapasitas maksimum 2000 kN ini digerakkan oleh tenaga listrik yang berfungsi sebagai pengujian kuat tekan beton. Seluruh badan mesin terbuat dari baja dan mempunyai pengatur serta pengontrol beban.



**Gambar 3.13** **Mesin Uji Kuat Tekan**

Sumber: Pencarian Mesin Uji Kuat Tekan Google.com

**2.** Bahan Penelitian

Bahan- bahan yang digunakan oleh peneliti pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Semen

Semen yang digunakan adalah semen Portland (PCC Tipe 1) Tiga Roda kemasan 50 Kg. Dalam penelitian ini semen digunakan sebagai campuran utama dalam pembuatan beton.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian adalah batu pecah ½ dan 2/3 yang berasal dari Margasari Kabupaten Tegal. Dalam penelitian ini agregat kasar digunakan sebagai campuran utama dalam pembuatan beton.

c. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari Margasari Kabupaten Tegal. Dalam penelitian ini agregat kasar digunakan sebagai campuran utama dalam pembuatan beton.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal, Kota Tegal.

e. Bahan Tambahan

Bahan yang digunakan sebagai substitusi sebagian pasir adalah  
pasir besi (*Iron sand*) yang dicuci terlebih dahulu dan keringkan kemudian di ayak menggunakan saringan No. 100 (0,15 mm). Dalam penelitian ini peneliti memanfaatkan pasir besi yang berasal dari Pantai Pulau Kodok yang berada di Kota Tegal.

1. **Pemeriksaan Fisik Material**

1.Analisa Ayak Agregat Halus (SNI 03-1968-1990)

a. Tujuan Percobaan:

1. Mengetahui gradasi/distribusi pasir.

2. Menentukan modulus kehalusan (fineness modulus) pasir.

b. Peralatan

1. Timbangan

2. 1 set ayakan

3. Oven

4. Sampel *Splitter*

5. *sieve shaker machine*

c. Bahan

Pasir kering Oven sebanyak 1000 gram.

d. Prosedur percobaan

1. Ambil pasir yang sudah kering oven

2. Sediakan 2 (dua) sampel pasir dengan berat masing-masing 1000 gram dengan menggunakan sampel *splitter.*

3. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah (9,52 mm, 4,76 mm, 2,38 mm, 1,19 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm)

4. Tempatkan susunan ayakan tersebut di atas *sieve shaker machine*

5. Masukkan sample 1 pada ayakan yang paling atas lalu tutup rapat

6. Kemudian nyalakan mesin selama 5 menit.

7. Setelah 5 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing masing ayakan tersebut.

8. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.

e. Rumus

FM =

Keterangan:

FM = *Fineness* Modulus

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

- Pasir Halus : 2,20 < FM <2,60

- Pasir Sedang : 2,60 < FM <2,90

- Pasir Sedang : 2,90 < FM <3,20

Pasir dengan FM tersebut dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahankonstruksi.

f. Hasil percobaan

1. Modulus kehalusan pasir (FM) = 2,41

2. Pasir dapat dikategorikan pasir halus

3. Agregat zona 2

4. Pasir dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

2.Analisa Ayak Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

a. Tujuan Percobaan

1. Mengetahui gradasi/distribusi kerikil

2. Menentukan modulus kehalusan *(fineness modulus)* kerikil.

b. Peralatan

1. 1 set ayakan

2. *Sieve shaker machine*

3. Timbangan

4. Sampel *splitter*

5. Sekop

c. Bahan

Kerikil sebanyak 2000 gram

d. Prosedur percobaan

1. Sediakan 2 (dua) sampel kerikil dengan berat masing-masing 2000 gram dengan menggunakan sampel *splitter*.

2. Masukkan kerikil kedalam ayakan yang telah disusun sesuai dengan urutannya (38,1 mm, 19,1 mm, 9,52 mm, 4,76 mm, 2,38 mm, 1,19 mm, 0,60 m38

3. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *sieve shaker machine,* kemudian nyalakan mesin selama 10 menit.

4. Setelah 10 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing-masing ayakan tersebut.

5. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.

e. Rumus

FM =

Keterangan:

FM = *Fineness Modulus*

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

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

f. Hasil percobaan

-Modulus kehalusan pasir (FM) = 7,33

-Kerikil dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

**E. Metode Pengumpulan Data**

Metode ini dilakukan dengan dengan cara mengkaji hasil dari penelitian-penelitian yang di dapat. sedangkan penelitian yang tidak sesuai dengan masalah penelitian dibuat seminimal mungkin. Dilaksanakan secara terkontrol, teliti dan cermat.

Prosedur pengumpulan data dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Memilih dan merumuskan masalah
2. Memilih subjek dan instrumen yang akan di teliti
3. Memilih desain penelitian
4. Melaksanakan prosedur
5. Menganalisis data
6. Merumuskan kesimpulan

**Tabel 3.2** **Proporsi Campuran Beton Per 1 m³**



Sumber: Bom *Structure* PT. Bangun Anugrah Beton Nusantara

**F. Diagram Alir Penelitian *(Flowchart)***

Mulai

Selesai

Analisis Data

Pengujian Benda Uji Pada Beton fc 14,5 (K175) Umur 7, 21, dan 28 Hari

Perawatan Benda Uji

GAGAL

Studi Literatur

Persiapan Alat Dan Bahan

Pemeriksaan Fisik Material

Metode Pengumpulan Data

Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Pembuatan Benda Uji

Kadar Pasir Besi 30%

Kadar Pasir Besi 20%

Kadar Pasir Besi 10%

BERHASIL

GAGAL

*SLUMP*

BERHASIL

**Gambar 3.14** *Flowchart*