



HALAMAN JUDUL

**PENGARUH WATERPROOFING SEBAGAI BAHAN  
CAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON MUTU K-250 PASCA BAKAR**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil

Oleh:

**LUTFI HAKIM  
NPM. 6519500073**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL  
TAHUN 2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH PROPOSAL

Judul : Pengaruh Waterproofing Sebagai Bahan Campuran  
Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Pasca Bakar

Nama Penulis : Lutfi Hakim

NPM : 6519500073

Proposal Skripsi telah disetujui untuk diseminarkan :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Teguh Haris Santoso, ST., MT.

NIPY. 24664451973



Rusnoto, ST. M. Eng.

NIPY. 1405412197

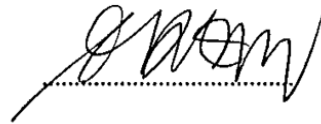
**HALAMAN PENGESAHAN**

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

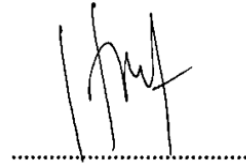
Pada hari :

Tanggal :

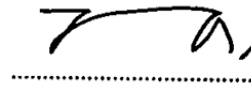
Ketua Penguji  
(Ahmad Farid, ST., MT)  
NIPY. 191511101978



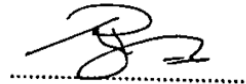
Penguji Utama  
(Okky Hendra Hermawan, ST., MT)  
NIPY. 24461531983



Penguji I  
(Teguh Haris Santoso, ST., MT)  
NIPY. 24762061967



Penguji II  
(Rusnoto, ST. M. Eng)  
NIPY. 1405412197



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 WATERPROOFING SEBAGAI BAHAN CAMPURAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU K-250 PASCA BAKAR”** ini dan seluruh isinya adalah benarkarya saya sendiri. Atau pengutipan dengan cara-cara yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

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

Tegal 2024



Lutfi Hakim

NPM: 6519500073

## **PRAKATA**

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi dengan judul “Pengaruh Waterproofing Sebagai Bahan Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Pasca Bakar” dengan tepat waktu Proposal Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam rangka memenuhi penyusunan skripsi jenjang S1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal.

Penulis menyadari akan keterbatasan dan kemampuan yang dimiliki. dalam penyusunan proposal skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST.,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra Hermawan, ST,MT. Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
3. Bapak Teguh Haris Santoso, ST.,MT., ST.,MT. Selaku Pembimbing I Atas Bimbingan Serta Saran, Dan Motivasi Yang Diberikan.
4. Bapak Rusnoto, ST.,M. Eng. Selaku Dosen Pembimbing II Atas Bimbingan Serta Saran, Dan Motivasi Yang Diberikan.
5. Bapak Okky Hendra Hermawan, ST.,MT. Selaku Dosen Wali Yang Selalu Memberikan Dukungan dan Bimbingannya.
6. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
7. Kedua Orang Tua Saya yang selalu memberikan dukungan moril serta kasih sayang dan doa yang selalu dicurahkan selama ini.
8. Teman-teman Mahasiswa Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

9. Ibu Indah Dan Bapak Mukhtarom Selaku Staf Perpustakaan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal yang sering saya repotin di perpustakaan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan jasa-jasaNya yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Penulis telah mencoba membuat laporan sesempurna mungkin semampu kemampuan penulis, namun demikian mungkin ada yang kekurangan yang tidak terlihat oleh penulis untuk itu mohon masukan untuk kebaikan dan pemaafannya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin

Tegal, Februari 2024

**Lutfi Hakim**

NPM. 6519500073

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. “Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”. (QS. Al-Baqarah, 286).
2. Nikmatilah prosesnya karna hasil membutuhkan proses.
3. Tidak ada kesuksesan yang dapat diraih tanpa adanya usaha, kerja keras dan doa.
4. Hidup adalah pilihan, dimana kita memilih untuk meraih masa depan yang indah.
5. Jadilah orang yang selalu bersyukur dalam keadaan apapun.
6. Selalu berfikir positif semua yang terjadi berawal dari pikiran.
7. Jangan pernah berhenti untuk menjadi orang baik.

### **PERSEMBAHAN**

- Puji syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, kesempatan serta rezeki sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi.
- Teruntuk seseorang tercinta setelah kedua orangtua saya yang senantiasa memberikan banyak bantuan dan arahan dalam menyusun skripsi dari awal hingga akhir.
- Bapak Ibu dosen pembimbing yang senantiasa membantu, memberikan dukungan, bimbingan dan mengarahkan saya. Yang dengan ikhlas memberikan waktu serta ilmunya.
- Bapak Ibu dosen Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Serta khususnya Dosen Teknik Sipil yang sudah memberikan ilmu selama dibangku perkuliahan.
- Teman dan sahabat perjuangan dalam penyusunan skripsi ini.
- Serta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.

## ABSTRAK

Lutfi Hakim, 2024. “**Pengaruh *Waterproofing* Sebagai Bahan Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Pasca Bakar**”. Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2024.

Skripsi ini berupaya mengeksplor dan mendeskripsikan bagaimana Pengaruh *Waterproofing* Sebagai Bahan Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Pasca Bakar. Ada tiga tujuan dalam penelitian ini yaitu pertama, untuk mengetahui nilai perbandingan kuat tekan pada beton normal dengan menggunakan bahan tambahan capuran (*admixture*) *Waterproofing* Integral dengan kurun waktu pembakaran pada beton mutu K-250 dengan variasi lama waktu pembakaran selama  $\pm 2$  jam dengan suhu  $\pm 200$  °C. Kedua, untuk mengetahui prosentase yang tepat pada penambahan *waterproofing* sehingga mendapatkan mutu beton dengan kuat tekan yang baik. Ketiga, untuk mengetahui perencanaan beton mutu K-250 dengan bahan tambahan (*admixture*) *Waterproofing* pada struktur beton tahan api. Metode yang digunakan yaitu dengan eksperimen pembuatan produk mutu beton K 250 dengan bahan tambahan (*admixture*) menggunakan *waterproofing* “*damdex*”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan beton *waterproofing* sebagai bahan campuran beton normal dan pasca bakar yaitu bersifat untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok dalam pekerjaan tertentu. Penggunaan presentase campuran beton *waterproofing* sebagai bahan campuran sangat berpengaruh pada kuat tekan beton yang menghasilkan kekuatan beton yang semakin tinggi dan optimal dibandingkan pada beton normal. perbandingan nilai kuat tekan beton *waterproofing* dalam keadaan normal yaitu pada presentase 10% dengan hasil kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 21,56 Mpa atau setara dengan 259,76 kg/m<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari dan pada kondisi beton *waterproofing* pasca bakar mengalami penurunan dengan hasil kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 18,32 MPa atau setara dengan 220,77 kg/m<sup>2</sup> pada umur beton 28 hari.

**Kata Kunci :** *Waterproofing*, Bahan Campuran, Kuat Tekan, Beton Mutu K-250.



## ABSCTRACT

Lutfi Hakim, 2024. ***“The Effect Of Waterproofing As a Mixture On The Compressive Strength Of Post-Fired K-250 Quality Concrete”***. Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal 2024.

*This research seeks to explore and describe the effect of waterproofing as a mixture on the compressive strength of post-fired K-250 quality concrete. There are three objectives in this research, namely first, to determine the comparative value of compressive strength in normal concrete using the addition of an Integral Waterproofing admixture with the burning time in K-250 quality concrete with a variation in the burning time of 2 hours with a temperature of 200 C. Second, to find out the right percentage to add waterproofing so as to get quality concrete with good compressive strength. Third, to find out the planning for K-250 quality concrete with Waterproofing admixture in fire-resistant concrete structures. The method used is an experiment in making K 250 quality concrete products with additional materials (admixture) using "damdex" waterproofing. The research results show that the use of waterproofing concrete as a mixture of normal and post-fired concrete is to change the properties of the concrete to make it more suitable for certain jobs. The use of a percentage of waterproofing concrete mixture as a mixture greatly influences the compressive strength of concrete which results in higher and more optimal concrete strength compared to normal concrete. comparison of the compressive strength value of waterproofing concrete under normal conditions, namely at a percentage of 10% with the highest average compressive strength result of 21,56 Mpa or equivalent to 259.76 kg/m<sup>2</sup> at a concrete age of 28 days and in the condition that the post-burning waterproofing concrete has decreased with the highest average compressive strength results of 18.32 MPa or the equivalent of 220.77 kg/m<sup>2</sup> at a concrete age of 28 days.*

***Keywords: Waterproofing, Mixed Materials, Compressive Strength, K-250 Quality Qoncrete***

## DAFTAR ISI

	<b>HALAMAN</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH PROPOSAL .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>LAMBANG DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah Penelitian.....	4
C. Rumusan Masalah .....	5
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	6
F. Sistematika Penulisan.....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
A. Landasan Teori.....	9
B. Tinjauan Pustaka.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
A. Metode Penelitian.....	37
B. Waktu Dan Tempat Penelitian .....	43
C. Sampel, Dan Teknik Pengambilan Sampel .....	44
D. Metode Pengumpulan Data .....	45
E. Metode Analisa Data.....	54
F. Spesimen Pengujian .....	57
G. Diagram Alur Penelitian .....	66
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>68</b>

A. Hasil Penelitian .....	68
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>88</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>88</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>88</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Damdex .....	28
Gambar 2. 2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Sumber : I Made Jaya, 2017 ..	29
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian.....	66
Gambar 4. 1 Gradasi Pasir Kasar.....	70
Gambar 4. 2 Grafik Gradasi Split 1-2 .....	73
Gambar 4. 3 Grafik Gradasi Agregat Kasar 2-3 .....	74
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	82
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	83
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	85
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Kuat Tekan Konversi 7, 14, dan 28 Hari.....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Semen dan batssan SNI 15-2049-2004.....	14
Tabel 2. 2 Hasil kuat tekan beton waterproofing integral .....	29
Tabel 3. 1 Formulir Pengujian Material.....	46
Tabel 3. 2 Formulir Kadar Lumpur Agregat Halus.....	47
Tabel 3. 3 Formulir Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1, 2-3 .....	47
Tabel 3. 4 Formulir Berat Isi Agregat Halus.....	48
Tabel 3. 5 Formulir Berat Isi Agregat Kasar Murni.....	48
Tabel 3. 6 Formulir Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus .....	49
Tabel 3. 7 Formulir Uji Gradasi Agregat Halus.....	50
Tabel 3. 8 Formulir Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split 2-1, 2-3 ...	51
Tabel 3. 9 Formulir Uji Gradasi Agregat Kasar Split 1-2 , 2-3 .....	52
Tabel 3. 10 Formulir Uji Kuat Tekan Beton .....	53
Tabel 3. 11 Peralatan untuk membuat benda uji dan alat pengujian pengujian....	58
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	68
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus .....	69
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus.....	70
Tabel 4. 4 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus .....	71
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar 1-2.....	72
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar 2-3.....	72
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar 1-2 .....	73
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar 2-3 .....	74
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar 1-2 .....	75
Tabel 4. 10 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar 2-3 .....	75
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Kasar .....	76
Tabel 4. 12 Kebutuhan Material Per M <sup>3</sup> .....	77
Tabel 4. 13 Mix Design Campuran Beton Normal (0%) .....	78
Tabel 4. 14 Mix Design Campuran Waterproofing 10% .....	79
Tabel 4. 15 Mix Design Campuran Waterproofing 20% .....	80

Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Slump.....	80
Tabel 4. 17 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	81
Tabel 4. 18 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	83
Tabel 4. 19 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	84
Tabel 4. 20 Hasil Kuat Tekan Beton Keseluruhan.....	86

## LAMBANG DAN SINGKATAN

MPa	: Mega Pascal
Fc'	: Mutu beton
SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: American Standard Tasting dan Material
PBI	: Peraturan Beton Indonesia
SII	: Standar industry indonesia
K	: Karakteristik kg/cm <sup>2</sup>
mm	: Mili meter
Cm	: Centi meter
ml	: Mili liter
Kg	: Kilo gram
FAS	: Faktor Air Semen
m <sup>3</sup>	: Meter Kubik
m <sup>2</sup>	: Meter Persegi
gr	: Gram
°C	: Derajat Celcius
wh	: Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus
wk	: Perkiraan Air Agregat Kasar
$\partial$	: Kuat Tekan Benda Uji
P	: Besar Beban Maksimum

A	: Luas Permukaan Benda Uji
S	: Standar Deviasi
XI	: Kuat Tekan Beton Yang Didapat Dari Masing-Masing Benda Uji
N	: Jumlah Benda Uji
M	: Nilai Tambah
Fcr	: Kuat Tekan Rata-Rata
% AH	: Presentase Agregat Halus
% AK	: Presentase Agregat Kasar
BJAG	: Berat Jenis Agregat Gabungan
BJAH	: Berat Jenis Agregat Halus
BJAHG	: Berat Jenis Agregat Halus Gabungan



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Beton merupakan material bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik, karena beton merupakan material yang memiliki daya hantar panas yang rendah, sehingga dapat menghalangi rambatan panas kebagian dalam struktur beton tersebut. Saat terbakar beton tidak dapat menghasilkan api namun dapat menyerap panas sehingga akan terjadi suhu tinggi yang berlebihan. Walaupun demikian beton juga mempunyai keterbatasan dalam mereduksi panas/api apalagi jika dibakar dengan intensitas suhu yang cukup tinggi dalam durasi waktu yang cukup lama seperti pada insiden kebakaran maka kemungkinan beton akan mengalami perubahan baik fisik maupun kekuatannya yang akan mengakibatkan perubahan pada mikro struktur beton tersebut.

Dalam proses pembuatan beton campuran antara portland cement, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air mempunyai proporsi yang berbeda-beda. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003:1 dalam Supriadi,2016).

Selain bahan utama pembuat beton, biasanya ditambahkan juga *Admixture*. *Admixture* disini menggunakan *waterproofing integral* dengan

karakteristik berupa cairan berwarna coklat yang dicampurkan ke dalam adukan beton yang berguna untuk memperlambat pelepasan air dan mengandung pelarut *plasticizer* untuk membantu pemadatan optimum. Penambahan Integral *waterproofing* juga akan berpengaruh terhadap kuat tekan maupun kuat tarik belah pada beton yang dihasilkan. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap kuat tekan dengan perlakuan yang diberikan pada benda uji meliputi: benda uji dengan penambahan Integral *waterproofing* dan benda uji normal.

Salah satu kegagalan pada struktur konstruksi beton adalah saat terjadi kebakaran pada konstruksi tersebut, hal ini akan mengakibatkan terjadinya peningkatan suhu tinggi secara signifikan yang akan mengakibatkan perubahan mendasar dari sifat-sifat struktur beton, pada kondisi ini struktur konstruksi mengalami penurunan kemampuan untuk mendukung beban yang ada bahkan pada kondisi tertentu konstruksi beton tidak mampu lagi mendukung beban yang bekerja dan dipastikan konstruksi tidak dapat lagi digunakan atau dimanfaatkan sebagaimana fungsi awal konstruksi beton tersebut. Kebakaran merupakan reaksi kimia dari material yang mudah terbakar dengan oksigen yang diketahui sebagai reaksi pembakaran yang menciptakan panas. Hasil panas pembakaran diteruskan ke massa beton dengan dua cara yaitu radiasi dan konveksi, radiasi memancarkan panas dan diterima oleh permukaan beton sehingga beton menjadi panas, suhu panas semakin tinggi apabila pancaran semakin kuat, cara konveksi yaitu meniupkan udara panas ke permukaan beton hingga beton menjadi panas,

panas secara konveksi semakin banyak apabila hembusan angin semakin kencang (Sumardi 2000).

Keuntungan yang diperoleh adalah daya dukung beban dan durabilitas yang tinggi. Namun, dengan densitas struktur yang tinggi dan porositas yang rendah mengakibatkan struktur beton mutu tinggi rentan terhadap temperatur tinggi, misalnya apabila terjadi kebakaran (Bošnjak et al., 2019, Hamed & Saberi 2014). Selain itu, dibandingkan dengan beton normal, struktur matrik beton mutu tinggi lebih padat, memiliki ukuran pori yang jauh lebih kecil dengan lebih banyak pori dalam bentuk gel dan pori kapiler dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai lebih banyak pori-pori udara dan pori kapiler (Aulia, 2004).

Pada saat beton terpapar dengan suhu tinggi, uap air yang terbentuk akibat temperatur tinggi akan terperangkap dalam mikrostruktur beton yang padat sehingga dapat menyebabkan terjadinya ledakan di dalam beton (spalling) akibat tegangan thermal yang tinggi. Untuk memperbaiki kelemahan ini dapat dilakukan dengan menambahkan serat (fiber) yang mempunyai titik leleh yang tidak begitu tinggi ke dalam campuran beton mutu tinggi misalnya serat *polypropylene (polypropylene fiber, PPF)*.

Pada proses tersebut akan terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, yang akan menyebabkan adanya perubahan fase fisis dan kimiawi secara kompleks. Hal ini akan mempengaruhi kualitas/kekuatan struktur beton tersebut.

Perkembangan dalam dunia konstruksi bangunan sangat pesat sehingga para produsen berlomba - lomba menciptakan teknologi baru dalam bidang konstruksi salah satunya bahan tambah (*admixture*) agar bangunan tersebut memadai dan kuat. Salah satu upaya dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas beton adalah dengan memberikan bahan tambah (*admixture*) pada campuran beton.

## **B. BATASAN MASALAH PENELITIAN**

Agar membatasi ruang lingkup penelitian ini diperlukan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan pada benda uji berdasarkan perhitungan komposisi *mix design* yang mengacu pada hasil pengujian bahan dan peraturan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Adapun beton yang digunakan adalah jenis beton mutu normal K-250, yang materialnya terdiri dari :
  - a. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari Kabupaten Tegal.
  - b. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah/kerikil yang diambil dari Kaligung (Kabupaten Tegal) dan Pemalang.
  - c. Semen Portland (*Portland Cement*) tipe 1 dengan merk Semen Tiga Roda.

- d. Air yang digunakan adalah air yang memenuhi syarat dan layak di pakai sebagai campuran beton, di ambil dari laboratorium tempat pelaksanaan pembuatan benda uji penelitian.
3. Bahan tambah yang dipakai untuk campuran adalah *Waterproofing Integral*.
4. Pengujian kuat tekan dilakukan pada benda uji beton dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
5. Cetakan atau *Moulding* yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.
6. Pengujian beton yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan.
7. Pengujian pembakaran beton dilakukan pada suhu, 200°C.
8. Metode perawatan beton yang nantinya dilakukan dengan cara perendaman didalam air pada umur pengujian yang telah direncanakan.

### C. RUMUSAN MASALAH

Dari permasalahan-permasalahan berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat di rumuskan berbagai masalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai perbandingan kuat tekan pada beton normal dengan menggunakan penambahan campuran (*admixture*) *Waterproofing Integral* dengan kurun waktu pembakaran pada beton mutu K-250 dengan variasi lama waktu pembakaran selama 2 jam dengan suhu 200<sup>0</sup>C ?

2. Berapa persen penambahan *waterproofing* sehingga mendapatkan mutu beton dengan kuat tekan yang baik ?
3. Struktur beton lebih mungkin untuk tetap berdiri melalui api daripada struktur yang terbuat dari bahan lain sehingga perlu adanya suatu perencanaan beton mutu K-250 dengan bahan tambahan (*admixture*) *Waterproofing* pada struktur beton tahan api.

#### **D. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui nilai perbandingan kuat tekan pada beton normal dengan menggunakan penambahan campuran (*admixture*) *Waterproofing Integral*.
2. Upaya untuk mendapatkan mutu beton dengan kuat tekan yang baik.
3. Membuat bahan material bangunan yang lebih efektif, cepat, ekonomis, efisien dan ramah lingkungan dan mendapatkan beton kuat tekan dan tahan api yang baik sesuai dengan mutu beton yang di inginkan.

#### **E. MANFAAT PENELITIAN**

1. Penelitian ini dapat menjadi landasan dalam pengembangan pembelajaran atau penerapan pada ilmu konstruksi secara lebih lanjut. Selain itu juga menjadi sebuah nilai tambah khasanah pengetahuan ilmiah dalam bidang konstruksi di Indonesia.

2. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Panca Sakti Tegal dan Mahasiswa Teknik Sipil khususnya sebagai bahan referensi.
3. Dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti selanjutnya, terutama penelitian di bidang perencanaan konstruksi beton mutu tinggi tahan api.
4. Mengetahui kelebihan dan kekurangan penambahan bahan campuran (*admixture*) *Waterproofing Integral* jika di gunakan dalam pembuatan beton mutu normal tahan api.
5. Mengetahui bahan material bangunan yang lebih efektif, cepat, ekonomis, dan ramah lingkungan dan mendapatkan beton tahan api yang baik sesuai dengan mutu beton yang di inginkan.
6. Dari hasil penelitian dilakukan dapat digunakan untuk meminimalisir terjadinya gagal struktur.
7. Mengetahui kekurangan dan kelebihan zat aditif terhadap kuat tekan dan karakteristik pada beton.

## **F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Penulisan proposal skripsi ini terdiri dari beberapa bagian yaitu :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Mencangkup latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang konsep dasar teori-teori yang berkaitan dengan pembahasan masalah serta yang menunjang pemecahan masalah dan penelitian terdahulu.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang konsep metodologi penelitian, waktu dan tempat penelitian, populasi, sampel, dan teknik pengambilan sampel, metode pengumpulan data, metode analisis data dan diagram alur penelitian

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi konsep tentang hasil penelitian dan pembahasan.

1. Hasil Penelitian
2. Pembahasan

### **BAB V KESIMPULAN DAN PENUTUP**

Bab ini berisi konsep tentang kesimpulan sistematika penulisan skripsi, daftar Pustaka rekomendasi buku skripsi.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. LANDASAN TEORI**

##### **1. Beton**

Beton adalah massa padat hasil campuran dari agregat halus, agregat kasar, air, dan semen portland dengan atau tanpa bahan tambah, (SNI 2847:2013, 2013). Beton merupakan material bahan bangunan yang paling umum digunakan. Dalam konstruksi, beton memiliki peranan sangat penting. Kekuatan dari struktur beton menentukan umur suatu bangunan. Selain menjadi struktur utama, beton memiliki sifat plastis yang memungkinkan untuk dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan tidak ada penurunan.

Beton mempunyai beberapa kelebihan yaitu cenderung mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya perawatan yang murah. Kekurangan beton adalah beton yang sudah dibentuk sulit untuk diubah, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, dan beton dianggap tidak mampu untuk menahan gaya tarik sehingga perlu ditambahkan baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.

Menurut Bahar (2005), Saat ini terdapat beberapa jenis beton yang dapat ditemui. Jenis-jenis beton tersebut digunakan berdasarkan fungsinya. Uraian jenis-jenis beton dan fungsinya yaitu:

a. Beton ringan.

Beton ringan memiliki berat jenis kurang dari  $1.900 \text{ kg/m}^3$ . Beton ringan digunakan untuk elemen non-struktural. Beton ringan dibuat dengan cara membuat gelembung udara dalam adukan semen dan menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir.

b. Beton normal.

Beton normal memiliki berat jenis  $2.200 - 2.500 \text{ kg/m}^3$ . Beton normal digunakan hampir pada setiap elemen struktur bangunan.

c. Beton berat.

Beton berat memiliki berat jenis lebih dari  $2.500 \text{ kg/m}^3$ . Beton berat digunakan untuk struktur tertentu, seperti struktur yang harus tahan terhadap radiasi atom.

d. Beton jenis lain.

Beton jenis lain merupakan beton yang digunakan untuk struktur yang memiliki persyaratan khusus, seperti: beton massa, ferosemen, beton serat, beton siklop, beton hampa, beton ekspos, dll.

2. Bahan Penyusun Beton

Beton merupakan campuran antara bahan agregat halus dan kasar dengan pasta semen (kadang-kadang juga ditambahkan *admixtures*), campuran tersebut apabila dituangkan ke dalam cetakan kemudian didiamkan akan menjadi keras seperti batuan. Proses pengerasan terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang

terus berlangsung dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan kekerasan beton terus bertambah sejalan dengan waktu. Beton dapat juga dipandang sebagai batuan buatan di mana adanya rongga pada partikel yang besar (agregat kasar) diisi oleh agregat halus dan rongga yang ada di antara agregat halus akan diisi oleh pasta (campuran air dengan semen) yang juga berfungsi sebagai bahan perekat sehingga semua bahan penyusun dapat menyatu menjadi massa yang padat.

Bahan penyusun beton meliputi air, semen *portland*, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun, nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodinuljo, 1996).

#### 1. Semen

Semen *portland* adalah semen *hidraulis* yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis dengan gips sebagai bahan tambahan. Unsur utama yang terkandung dalam semen dapat digolongkan ke dalam empat bagian yaitu : *trikalsium silikat* (C3S), *dikalsium silikat* (C2S), *trikalsium aluminat* (C3A) dan

*tetrakalsium aluminoforit* (C4AF), selain itu pada semen juga terdapat unsur-unsur lainnya dalam jumlah kecil misalnya : MgO, TiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O dan Na<sub>2</sub>O. Soda atau potasium (Na<sub>2</sub>O dan K<sub>2</sub>O) *e-mail: swidodo@uny.ac.id* 2 merupakan komponen minor dari unsur-unsur penyusun semen yang harus diperhatikan, karena keduanya merupakan alkalis yang dapat bereaksi dengan silika aktif dalam agregat sehingga menimbulkan disintegrasi beton (Neville dan Brooks, 1987).

Unsur C<sub>3</sub>S dan C<sub>2</sub>S merupakan bagian terbesar (70% - 80%) dan paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodinuljo, 1996), bila semen terkena air maka C<sub>3</sub>S akan segera berhidrasi dan memberikan pengaruh yang besar dalam proses pengerasan semen terutama sebelum mencapai umur 14 hari. Unsur C<sub>2</sub>S bereaksi dengan air lebih lambat sehingga hanya berpengaruh setelah beton berumur 7 hari. Unsur C<sub>3</sub>A bereaksi sangat cepat dan memberikan kekuatan setelah 24 jam, semen yang mengandung unsur C<sub>3</sub>A lebih dari 10% akan berakibat kurang tahan terhadap sulfat. Unsur yang paling sedikit dalam semen adalah C<sub>3</sub>AF sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekerasan pasta semen atau beton.

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan

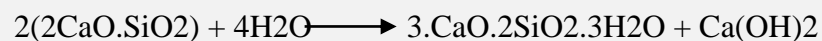
pemakaiannya. Standar industri di Amerika (ASTM) maupun di Indonesia (SNI) mengenal 5 jenis semen, yaitu :

- a. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- b. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan Kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya menuntut panas hidrasi yang rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat yang sangat baik.

Tabel 2. 1 Komposisi Semen dan batssan SNI 15-2049-2004

Semen	Presentase Komponen Penyusun							
	$C_3S$	$C_2S$	$C_3A$	$C_4AF$	$C_aSO_4$	$C_aO$ Bebas	Mg0	Hilang Pijar
Jenis I	49	25	12	8	2,9	0,8	2,4 (≤ 6)	1,2 (≤ 5)
Jenis II	46	29	6 (≤ 8)	12	2,8	0,6	3,0 (≤ 6)	1,0 (≤ 3)
Jenis III	56	15	12 (≤15)	8	3,9	1,4	2,6 (≤ 6)	1,9 (≤ 3)
Jenis IV	30 (≤3 5)	46 (≥40 )	5 (≤ 7)	13	2,9	0,3	2,7 (≤ 6)	1,0 (≤ 2,5)
Jenis V	43	36	4 (≤ 5)	12 (≤ 25)	2,7	0,4	1,6 (≤ 6)	1,0 (≤ 3)

Proses hidrasi yang terjadi pada semen portland dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut :



Hasil utama dari proses hidrasi semen adalah  $C_3S.2H_3$  (*tobermorite*) yang berbentuk gel dan panas hidrasi selama reaksi berlangsung. Hasil yang lain berupa kapur bebas  $Ca(OH)_2$  yang merupakan sisa dari reaksi antara  $C_3S$  dan  $C_2S$  dengan air, kapur bebas ini dalam jangka panjang cenderung melemahkan beton karena

dapat bereaksi dengan zat asam maupun sulfat yang ada di lingkungan sekitar sehingga menimbulkan proses korosi pada beton.

Hasil utama dari proses hidrasi semen adalah  $C_3S_2H_3$  (*tobermorite*) yang berbentuk gel dan panas hidrasi selama reaksi berlangsung. Hasil yang lain berupa kapur bebas  $Ca(OH)_2$  yang merupakan sisa dari reaksi antara  $C_3S$  dan  $C_2S$  dengan air, kapur bebas ini dalam jangka panjang cenderung melemahkan beton karena dapat bereaksi dengan zat asam maupun sulfat yang ada di lingkungan sekitar sehingga menimbulkan proses korosi pada beton.

## 2. Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan, tetapi dalam kenyataan jika nilai faktor air semen kurang dari 35% beton segar menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos dan memiliki kekuatan yang rendah. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*) agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton

sehingga menimbulkan pori-pori (*capillary poreous*) di dalam beton yang sudah mengeras.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton meliputi kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, kandungan garamgaram yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung khlorida lebih dari 0,5 gr/lt serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum air dinyatakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pencampur beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling (Tjokrodikuljo, 1996).

### 3. Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton (Tjokrodikuljo, 1992). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar (Nawy, 1990). Dua jenis agregat adalah agregat kasar (kerikil, batu pecah) dan agregat halus (pasir)

#### a. Agregat Kasar



Agregat kasar adalah kerikil yang dihasilkan secara alami atau berupa batu yang dipecah dan bergradasi antara 5-40 mm. Syarat-syarat agregat kasar:

- 1) Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- 2) Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- 3) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung Lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar lumpur melampaui 1 % maka agregat kasar harus dicuci.

Jenis agregat kasar yang umum digunakan (Nawy, 1990):

- a. Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
- b. Kerikil alami: Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah

dibandingkan batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.

c. Agregat kasar buatan: Terutama berupa *slag* atau *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti blast-furnace dan lain-lain.

d. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang dapat melindungi dari sinar *x*, sinar *gamma*, dan *neutron*. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat kasar yang dikalsifikasikan di sini misalnya baja pecah, barit, dan limonit.

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan ataupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 3/16 inci atau 5 mm (lolos saringan no. 4).

Pada umumnya agregat halus yang dipergunakan sebagai bahan dasar pembentuk beton adalah pasir alam, sedangkan

pasir yang dibuat dari pecahan batu umumnya tidak cocok untuk pembuatan beton karena biasanya mengandung partikel yang terlalu halus yang terbawa pada saat pembuatannya.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat halus menurut spesifikasi bahan bangunan bagian A (SK SNI S-04-1989-F) adalah sebagai berikut ini.

- 1) Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan  $\pm 2,2$ .
- 2) Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
- 3) Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
  - Jika dipakai Natrium Sulfat, maka bagian yang hancur maksimal 12 %
  - Jika dipakai Magnesium Sulfat, maka bagian yang hancur maksimal 10 %
- 4) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih besar dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,060 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 %, maka agregat halus harus dicuci

- 5) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams- Harder. Untuk itu, bila direndam larutan 3% NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap daripada warna larutan pembanding. Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan desak adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dalam larutan 3% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan air, pada umur yang sama.
- 6) Susunan besar butir agregat halus harus memenuhi modulus kehalusan antara 1,5 – 3,8 dan harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3, dan 4 dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
- Sisa di atas ayakan 4,8 mm, harus maksimum 2 % berat
  - Sisa di atas ayakan 1,2 mm, harus maksimum 10 % berat

- Sisa di atas ayakan 0,3 mm, harus maksimum 15 % berat
- 7) Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi, reaksi pasir dengan alkali harus negatif.
  - 8) Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk-petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan- bahan yang diakui.
  - 9) Agregat halus yang digunakan untuk maksud spesi plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan di atas (pasir pasang)

Susunan besar butir agregat halus lebih penting daripada susunan besar butir agregat kasar, karena agregat halus bersama dengan semen dan air membentuk mortar yang akan melekatkan dan mengisi rongga-rongga antar butiran agregat kasar sehingga beton yang dihasilkan permukaannya menjadi rata.

Pemakaian agregat halus yang terlalu sedikit akan mengakibatkan :

- a. Terjadi segregasi, karena agregat kasar dengan mudah saling memisahkan diri akibat mortar yang tidak dapat mengisi rongga-rongga antara butiran agregat kasar dengan baik.

- b. Campuran akan kekurangan pasir, yang disebut *under sanded*.
  - c. Adukan beton akan menjadi sulit untuk dikerjakan sehingga dapat menimbulkan sarang kerikil.
  - d. *Finishing* akan menghasilkan beton dengan permukaan kasar.
  - e. Beton yang dihasilkan menjadi tidak awet. Jika pemakaian agregat halus terlalu banyak maka akan mengakibatkan:
    - 1) Campuran menjadi tidak ekonomis.
    - 2) Diperlukan banyak semen untuk mencapai kekuatan yang sama yang dihasilkan oleh campuran dengan perbandingan optimum antara agregat halus dan agregat kasar.
    - 3) Campuran akan kelebihan pasir, yang disebut *over sanded*.
    - 4) Beton yang dihasilkan menunjukkan gejala rangkak dan susut yang lebih besar.
4. Bahan Tambah Aditif (*Chemical Additive*)

Aditif, merupakan bahan tambahan yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik . Adapun keuntungan penggunaan *additive* adalah (Mulyono T,2003) adalah dapat memperbaiki *workability* beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan

terhadap serangan *sulfat*, meningkatkan usia beton, dan mengurangi penyusutan. Adapun jenis – jenis Zat Aditif yaitu :

- a. Jenis A: *Water Reducing Admixture*
  - b. Jenis B: *Retarder*
  - c. Jenis C: *Accelerator*
  - d. Jenis D: *Water Reducer Retarder (WRR)*
  - e. Jenis E: *Water Reducer Accelerator*
  - f. Jenis F: *High Range Water Reducer* atau *Superplasticizer*
5. Bahan Tambah (*admixture*)

*Admixture* atau sering disebut orang awam sebagai “obat cor beton” merupakan bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran beton berlangsung. Fungsi bahan ini adalah mengubah sifat-sifat beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu atau untuk menghemat biaya.

Secara umum *admixture* terdiri dari dua jenis bahan tambah yang berupa mineral (*additive*) dan bahan tambah kimia (*chemical admixture*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan pada saat pengadukan atau pada saat pengecoran. Sedangkan bahan tambah *additive* ditambahkan pada saat pengadukan. Bahan tambah *admixture* biasanya dimaksudkan untuk mengubah perilaku beton pada saat pelaksanaan atau untuk meningkatkan kinerja beton pada saat pelaksanaan.

*Admixture* sendiri memiliki beberapa jenis dan tipe disertai dengan fungsinya masing-masing. Berikut merupakan jenis atau tipe dari *admixture*:

a. *Water Reducing Admixture*(WRA)

Merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan air pengaduk untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu. Dengan menambahkan *Water Reducing Admixture* (WRA) ke dalam beton maka dengan fas (kadar air dan semen) yang sama akan didapatkan beton dengan nilai slump yang lebih tinggi. Dengan *slump* yang lebih tinggi, maka beton akan lebih mudah dituang, diaduk dan dipadatkan. Karena jumlah semen dan air tidak dikurangi dan *workability* meningkat maka akan diperoleh kekuatan tekan beton keras yang lebih besar dibandingkan beton tanpa WRA.

b. *Retarding Admixture*

Merupakan bahan tambahan yang berfungsi menghambat pengikatan beton. Biasanya digunakan pada saat kondisi cuaca panas, memperpanjang waktu untuk pematatan, pengangkutan dan pengecoran.

c. *Accelerating Admixture*

Merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini



digunakan untuk mengurangi lamanya waktu pengeringan (hidrasi) dan mempercepat pencapaian kekuatan awal beton.

d. *Water Reducing and Retarding Admixture*

Merupakan bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan beton.

e. *Water Reducing and Accelerating Admixture*

Merupakan bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air pengaduk yang diperlukan pada beton tetapi tetap memperoleh adukan dengan konsistensi tertentu sekaligus mempercepat proses pengikatan awal dan pengerasan beton.

f. *Water Reducing, High Range Admixture*

Merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12 % atau lebih.

g. *Water Reducing, High Range Retarding Admixture*

Merupakan bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12 % atau lebih sekaligus menghambat pengikatan dan pengerasan beton. Bahan ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan

memperlambat waktu ikat beton. Digunakan apabila pekerjaan sempit karena keterbatasan sumberdaya dan ruang kerja.

#### 6. *Waterproofing*

*Waterproofing* adalah senyawa kimia yang digunakan untuk mengurangi resapan air dan *permeability* pada beton (Nugraha, Paul, dkk. 2007). Menurut Neville (1996) bahan tambah kepad air memiliki beberapa aksi tetapi efek yang paling menonjol adalah membuat beton menjadi *hydrophobic* (Menolak Air). Selanjutnya, menurut Hewlet (1996) menyatakan bahwa senyawa kimia ini dapat mengurangi resapan air beton normal dan membuat beton menjadi lebih kedap terhadap air. Komposisi *waterproofing admixtures* biasanya terdiri dari *silikat, blastfurnace slag, pozzolan, bettonite, talk*. *Water-repellent* bisa mengurangi efek gaya kapiler dan kerenanya mengurangi derajat kejenuhan beton. Agen *water-repellent* adalah kalsium *stearat*, butyl *stearat*, sabun-sabun lain, emulsi minyak, dan sebagainya. (Nugraha, Paul, dkk. 2007).

##### a. Macam-macam *waterproofing*

*Waterproofing* biasa dikenal sebagai lapisan yang memiliki ketahanan terhadap rembesan air yang terdapat pada atap dag beton, *Steward Treatment Plant* atau STP, *Ground Water Tank* atau GWT, dinding basement dan lainnya. Macam-macam *waterproofing* adalah sebagai berikut :

1) *Waterproofing membrane*, merupakan tipe *waterproofing*

yang menggunakan lembaran yang terbuat dari bahan monomer kimia, etilena, propilena yang dicampur karet. Biasanya digunakan untuk struktur dak atau atap beton. Lembaran membran disusun sesuai dengan keperluan seluruh permukaan struktur yang dilindungi

- 2) *Waterproofing Coating*, merupakan tipe *waterproofing* yang digunakan untuk melindungi permukaan dinding, bak, tanki dan juga dapat dipergunakan untuk permukaan kayu.
- 3) *Waterproofing integral*, merupakan modifikasi dalam bidang waterproofer. *Waterproofing integral* dikembangkan karena sifat beton yang tidak dapat menahan terhadap resapan atau tekanan air sehingga dibutuhkan bahan tambah yang berguna untuk membuat sifat beton menjadi lebih *watertight* atau kedap terhadap air. Adapun jenis-jenis dari cairan integral adalah sebagai berikut :
  - a) Cairan integral yang dapat meningkatkan slump beton dan mengandung *plasticiser* yang terdapat sistem *hidrofobik* atau zat yang tidak dapat larut dengan air sehingga beton menjadi lebih padat dan kedap air.
  - b) Integral Kristalisasi adalah sistem *hidrofilik* yang menggunakan campuran tambah mutu tinggi dan memiliki kemudahan dalam aplikasi beton dan memiliki fungsi waterproofing dan melindungi beton dari korosi.

b. *Waterproofing “Damdex”*

*Damdex* adalah cairan kimia yang berfungsi sebagai bahan tambah (*additive*) dalam campuran beton yang dapat membuat beton menjadi tahan terhadap rembesan air atau kedap air.



Gambar 2. 1 Damdex

*Damdex* memiliki kegunaan sebagai berikut :

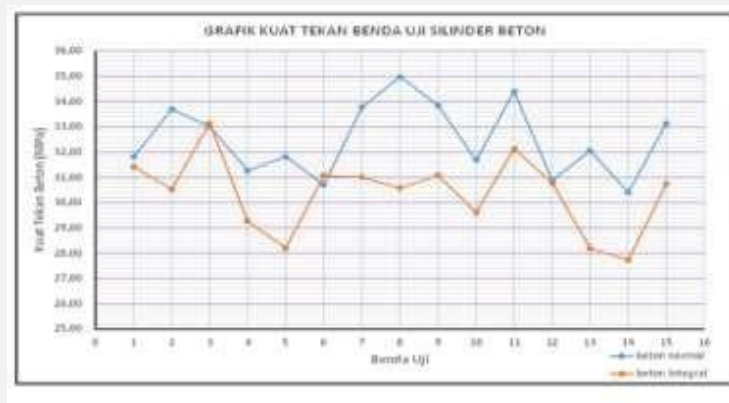
- 1) Meningkatkan kualitas beton sampai dengan 12%
- 2) Membuat beton menjadi tahan bocor.
- 3) Tidak menyebabkan korosi untuk tulangan besi pada beton.
- 4) Mempercepat pengerasan beton hingga 50%. Dosis yang dianjurkan untuk *Damdex* adalah 0,5-2% dari total berat semen.

7. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan tentang beton *waterproofing integral*, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Hasil pengujian dan perhitungan nilai kuat tekan karakteristik beton, dapat diketahui beton normal memiliki kekuatan lebih

besar dibandingkan dengan beton *waterproofing integral* (*Merguss Normal*). Untuk beton normal nilai  $f'c = 29.77$  Mpa sedangkan untuk beton *waterproofing integral* nilai  $f'c = 27.50$  Mpa. Dengan demikian penambahan *waterproofing integral* dalam kasus ini memberikan dampak negatif pada mutu beton dan nilai kuat tekan beton hasil penambahan *waterproofing integral* hasilnya dibawah kuat tekan beton normal.



Gambar 2. 2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Sumber : I Made Jaya, 2017

## 8. Pengaruh Penambahan *Waterproofing Integral* Terhadap Mutu Beton

Dari penelitian ini didapat kesimpulan sebagai berikut :

- a. Penggunaan *waterproofing integral* dengan merk *damdex* dapat menyebabkan penurunan nilai kuat tekan pada seluruh usia pengamatan beton.

Tabel 2. 2 Hasil kuat tekan beton *waterproofing integral*

<b>Proporsi <i>waterproofing</i> <i>integral</i> (%)</b>	<b>Nilai Kuat Tekan Umur 28 Hari</b>	<b>Presentase Penurunan (%)</b>
<b>0</b>	251.3 kg/cm <sup>2</sup>	-
<b>0,5</b>	188.6 kg/cm <sup>2</sup>	-33.24
<b>1</b>	186 kg/cm <sup>2</sup>	-35.1
<b>1,5</b>	177 kg/cm <sup>2</sup>	-41.97
<b>2</b>	181 kg/cm <sup>2</sup>	-38.83

Sumber : Fernando Tampubolon, 2012.

Beton normal memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton *integral waterproofing*.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Penelitian ini dilakukan oleh Bryan Ramadhan, Yunita Perdanawati, David Widiyanto dan Budi Setiyadi (Vol. 2 No.1 Juni 2018) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Zat *Admixture* “X” Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Beton (Studi Kasus “Pasir Cepu dan Kerikil Rembang”)” hasil penelitian ini terhadap beton dengan pasir Cepu dan kerikil Rembang dengan admixture ini dapat digunakan untuk pembeconan, karena mempunyai nilai kuat tekan yang cukup tinggi dan biaya yang cukup ekonomis (ditinjau dari lokasi), sehingga dapat digunakan untuk campuran beton, karena hasil beton layak untuk kontruksi beton.
2. Penelitian ini dilakukan oleh Nora Abdullah, Cut Ranian, dan Surya Bermansyah (Vol. 2 No.2 September 2003) dengan judul “Penggunaan Bahan Tambahan *Waterproofing* Pada Perbaikan Beton Konstruksi” hasil penelitian ini dalam penggunaan bahan tambahan waterproofing sangat

berpengaruh pada kekuatan tekan beton di lingkungan air asin, Penggunaan bahan tambahan waterproofing pada lingkungan terlindung, lingkungan tidak terlindung, dan lingkungan agresif asam sulfat tidak memberikan suatu perkembangan yang baik terhadap kuat tekan beton.

3. Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Indra, Yoke Lestyowati, Gatot Setya Budi dengan judul “Kajian Kuat Tekan Beton Pasca Pembakaran Menggunakan *Compression Test* Dan *Hammer Test*” hasil penelitian ini mengenai besar perubahan kuat tekan beton silinder rata-rata non bakar dan yang dibakar pada suhu  $505^{\circ}\text{C}$  yang menempuh waktu 1 jam dan diuji menggunakan *Compression Test Machine* (CTM), pada mutu  $f_c$  25 MPa,  $f_c$  30 Mpa, dan  $f_c$  35 Mpa.
4. Penelitian ini dilakukan oleh Furqon Rizqi Atmaja, Dessy Triana, dan Rifky Ujianton dengan judul “Struktur Beton Pasca Bakar Kebakaran Terhadap Kuat Tekan Dan Karakteristik Beton” berdasarkan hasil penelitian ini terdapat perbandingan penurunan dan peningkatan beton pasca kebakaran. Beton yang mengalami peningkatan kuat tekan menunjukkan suatu struktur beton pasca kebakaran tersebut layak fungsi. Sedangkan beton yang mengalami penurunan kuat tekan menunjukkan suatu struktur beton pasca kebakaran tidak layak fungsi.
5. Penelitian ini dilakukan oleh Sari Utama Dewi, Arian Yoga Nanda (Vol. 6 No.2 Juni 2021) dengan judul “Analisis Pengaruh Peningkatan Durasi Waktu Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-250 Pasca Kebakaran” dari hasil penelitian ini di dapat beberapa kesimpulan

- a. Besarnya pengaruh dari perubahan temperatur tinggi relatif sesuai dan nilai kuat tekan beton rata-rata yang dihasilkan pasca bakar selalu mengalami penurunan. .
  - b. Nilai kuat tekan rata-rata pada beton pasca bakar dan perendaman selama 4 menit ialah pembakaran 3 jam Mengalami penurunan sebesar 8%, pembakaran 6 jam Mengalami penurunan sebesar 17,5%, pembakaran 3 jam Mengalami penurunan sebesar 19.9%.
  - c. Karakteristik dan sifat fisik beton setelah menerima temperatur tinggi beton belum mengalami kerusakan bentuk fisik dikarenakan temperatur terlampau kecil hanya mengurangi kekuatan dari beton tersebut, dikarenakan masih memakai suhu rendah yaitu 200 °C.
  - d. Pada tiap durasi pembakaran beton selalu mengalami penyusutan berat, diketahui pembakaran 3 jam mengalami penyusutan 0,67%, dan 6 jam mengalami penyusutan sekitar 2,49%, sedangkan durasi pembakaran 9 jam mengalami penyusutan sekitar 3,1% dari berat rata-rata beton tanpa bakar.
  - e. Suhu yang digunakan untuk pembakaran pada penelitian ini yaitu 200°C masih dapat ditoleransi. penurunan kekuatan benda uji tidak menurun terlalu signifikan dan beton masih bisa digunakan kembali setelah masa perawatan kembali.
6. Penelitian ini dilakukan oleh Trisnawathy, Muhammad Ryan Ardiansyah, dan Muh. Saiful (Tahun 2021) dengan judul “Pengaruh Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Beton Dan Perawatan Pasca Bakar” berdasarkan



hasil penelitian ini adalah Pembakaran pada beton selama empat jam mengakibatkan terjadinya perubahan warna, keretakan dan membentuk rongga pada beton, Penurunan kekuatan pasca pembakaran sebesar 60%, serta Perawatan dengan perendaman selama satu bulan dapat meningkatkan kekuatan sisa sebesar 28%.

7. Penelitian ini dilakukan oleh Asep Rahmatullah dan Dedy Khaerudin (Vol. 20 No.1 Juni 2020) dengan judul "Desain Eksperimen Pengaruh Penambahan *WaterProofing* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton" " hasil penelitian ini yang telah dilakukan dengan menggunakan Minitab versi 17 diperoleh kenyataan bahwa nilai  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  (*One way anova*) dan  $P-Value \leq sig \alpha 0,05$  (*Tukeys Test*) yang menginterpretasikan  $H_0$  ditolak. Sehingga penambahan komposisi *waterproofing* (%) secara signifikan berpengaruh terhadap respon uji kuat tekan beton. Oleh sebab itu, penambahan air pada saat terjadinya beton setting tidak boleh dilakukan, lebih baik beton tersebut dikembalikan ke *batching plant* dan *batching plant* harus mengganti beton tersebut sebagai upaya menjaga kualitas beton yang dihasilkan.
8. Penelitian ini dilakukan oleh Remigildus Cornelis, Elia Nunggurami, Nini Yunita Tokang (Vol. 3 No.2 September 2014) dengan judul "KAJIAN KUAT TEKAN BETON PASCA BAKAR DENGAN TANPA PERENDAMAN BERDASARKAN VARIASI MUTU BETON" tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang didapat setelah melakukan perlakuan standar, perlakuan pasca bakar

dengan dan tanpa perendaman terhadap beberapa variasi mutu beton. Hasil penelitian ini karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya, gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedang gradasi agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Kekuatan beton terutama di pengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang di gunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya.

9. Teguh Haris Santoso, Isradias Mirajhusnita, Royan Hidayat, (2020) dengan judul “Pemanfaatan limbah B3 sebagai bahan pengganti Sebagian agregat halus dalam pembuatan beton”.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa beton konvensional pemanfaatan limbah B3 mampu memenuhi aspek ekonomis dan ramah lingkungan.

10. Teguh Haris Santoso, Okky Hendra Hermawan (Juli 2021) dengan judul “Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Pada Beton Normal Terhadap Nilai Kuat Tekan”.

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu eksperimen untuk mengetahui pengaruh suatu variable yang diteliti. Hasil dari penelitian ini adalah komposisi campuran-campuran abu sekampadi yang mempunyai nilai kuat tekan paling besar terjadi pada campuran ASP\*beton 10% sebesar 19,84 MPa berumur 28 hari, nilai kuat tekan tersebut tidak mencapai target yang direncanakan sebesar 24 MPa.

Dalam proposal skripsi ini ada perbedaan dari jurnal penelitian sebelumnya diantaranya sebagai berikut ;

1. Material di proposal skripsi ini menggunakan *Waterproofing* “*Damdex*” dengan kadar persentase yang berbeda dari penelitian sebelumnya.
2. Material atau bahan utama pembuatan benda uji ini di dapat dari lokasi yang berbeda dengan penelitian sebelumnya.
3. Suhu Pembakaran dan Metode Penelitian berbeda dari penelitian sebelumnya.
4. Umur beton yang di uji adalah 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
5. Pembakaran yang di lakukan selama 5 jam dengan temperature suhu yang berbeda dari penelitian sebelumnya
6. Metode pengolahan data yang sesuai dengan tahapan-tahapan pembuatan benda uji beton sesuai yang di rencanakan.
7. Pengambilan sample benda uji di lakukan dengan perendaman sesuai yang di rencanakan.
8. Pengujian di bantu oleh Para Ahli laboratorium teknik sipil.
9. Benda uji di buat dalam bentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. METODE PENELITIAN**

Dalam melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kuat tekan beton Mutu K-250 pasca bakar dengan bahan tambah (*admixture*) berupa *Waterproofing* sebagai bahan campuran penulis menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-variabel yang diteliti. Metode ini dapat dilakukan di dalam atau pun di luar laboratorium.

Penelitian akan dilakukan dengan pembuatan produk mutu beton K 250 dengan bahan tambahan (*admixture*) menggunakan *waterproofing* “*damdex*” untuk diuji. Pengujian dilakukan dengan pembuatan benda uji beton dengan benda uji kubus P 15, L15, T15 dengan umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

##### 1. Tahap I

Disebut dengan tahap persiapan, yaitu mempersiapkan bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian.

##### a. Bahan :

##### 1) Semen

Dalam penelitian ini semen yang digunakan adalah semen jenis I merek Tiga Roda kemasan 40 kg.

2) Agregat

Terdapat dua macam agregat yang digunakan, yaitu :

- a). Agregat halus, digunakan pasir yang berasal dari pasir Kali Comal (Pemalang). Fraksi yg digunakan, lolos saringan 4,8; 2,4; 1,2; 0.6; dan 0,3 mm.
- b). Agregat kasar, digunakan batu pecah/kerikil yang diambil dari Kaligung (Kabupaten Tegal),. dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tertahan saringan 20, 10, dan 5 mm.

3) Air

Air yang digunakan adalah air yang memenuhi syarat dan layak di pakai sebagai campuran beton, di ambil dari laboratorium tempat pelaksanaan pembuatan benda uji.

4) *Waterproofing "damdex"*

*Damdex* adalah cairan kimia yang berfungsi sebagai bahan tambah (*additive*) dalam campuran beton yang dapat membuat beton menjadi tahan terhadap rembesan air atau kedap air

b. Alat :

Peralatan Pengujian dalam penelitian ini digunakan beberapa peralatan dan alat sebagai prasarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian ini, yaitu:

1) Ayakan

digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Ukuran yang digunakan untuk memisahkan diameter butiran pasir adalah 4,8; 2,4; 1,2; 0,6; dan 0,3 mm. Sedangkan untuk memisahkan butiran kerikil dengan diameter butir maksimum 20 mm adalah 20, 10, dan 5 mm.

2) Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah merk "Fagani" dengan kapasitas 150 kg dan merk "O house" kapasitas 20 kg dan 5 kg digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

3) *Mistar dan Kaliper*

*Mistar dari fiberglass dan Kaliper* digunakan untuk mengukur dimensi benda uji yang digunakan dalam penelitian.

4) Mesin Pengaduk

Mesin pengaduk (*mixer*) digunakan untuk mengaduk bahan susun campuran beton (semen, kerikil, pasir, *waterproofing "damdex"* dan air) sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

5) Cetok dan Talam Baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan kubus beton, talam baja digunakan untuk menampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk beton.

6) Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau slump dari adukan beton, dengan diameter atas 10cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm. Dilengkapi untuk menumbuk adukan yang telah dimasukkan ke dalam cetakan, dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.

7) Alat Uji Kuat Tekan

Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan kubus beton adalah *Concrete Hammer* atau *Hammer Test* merek “Schmidt (UTR-0563) Tipe L” Referensi ASTM D 5873; ISRM.

8) *Burner dan Thermocouple*

*Burner* digunakan untuk membakar benda uji dalam tungku pembakar menggunakan bahan bakar solar. *Thermocouple* berfungsi untuk mengetahui suhu pembakaran yang terjadi dalam tungku pembakar.

9) Tungku Pembakar

Dalam membakar benda uji ini digunakan tungku pembakar yang dibangun dari susunan bata tahan api dengan dimensi panjang 3 m dan lebar 90 cm dengan pintu pada dua sisinya. Oven untuk uji kadar air pada agregat dan kebersihan lumpur pada agregat.

10) Neraca digital kapasitas 100 kg. dengan ketelitian mencapai 0,1 gram.



11) Kerucut Abrams dan Baja Penumbuk

Kerucut Abrams digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan atau slump dari adukan beton, dengan diameter atas 10cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm. Dilengkapi untuk menumbuk adukan yang telah dimasukkan ke dalam cetakan, dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.

12) Alat Uji Kuat Tekan

Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan kubus beton adalah *Concrete Hammer* atau *Hammer Test* merek “Schmidt (UTR-0563) Tipe L” Referensi ASTM D 5873; ISRM.

13) Tungku Pembakar

Dalam membakar benda uji ini digunakan tungku pembakar yang dibangun dari susunan bata tahan api dengan dimensi panjang 3 m dan lebar 90 cm dengan pintu pada dua sisinya. Oven untuk uji kadar air pada agregat dan kebersihan lumpur pada agregat.

14) Neraca digital kapasitas 100 kg. dengan ketelitian mencapai 0,1 gram.

15) Satu set saringan agregat bentuk lubang ayakannya persegi dengan diameter 25,4 mm, 19,0 mm, 12,7 mm, 9,5 mm, 4,76 mm, dan pan.

16) *Mixer* mini (mesin molen)

17) Sendok semen

18) Satu set slump test

- 19) Cetakan benda uji
- 20) Alat penusuk dari batang besi
- 21) Ember
- 22) *Picnometer*
- 23) Gelas ukur, dengan kapasitas 1000 ml untuk menakar kebutuhan air pada proses pencampuran bahan beton serat.
- 24) Gelas ukur, dengan kapasitas 250 ml untuk meneliti kandungan zat organik dan kadar lumpur dalam agregat halus.
- 25) Mesin uji kuat tekan
- 26) Pipet, untuk mengambil air semen pada saat pengambilan data blending.
- 27) Sekop besar, untuk alat pengambil material.
- 28) Kuas dan sikat.
- 29) Nampan material, sebagai tempat agregat halus, agregat kasar, dan semen pada saat penimbangan dan pengovenan pada pengujian material.

## 2. Tahap II

Disebut dengan tahap uji material bahan. Yaitu tahap untuk melakukan uji terhadap sifat dan karakteristik material bahan yang akan digunakan sebagai komposit beton. Sehingga akan diketahui kelayakan bahan komposit.

- a). Analisa pembagian butiran.
- b). Uji berat jenis agregat.

- c). Uji gradasi.
- d). Uji penyerapan air (SSD).
- e). Uji berat satuan.

### 3. Tahap III

Disebut dengan tahap pembuatan benda uji. Pada tahap ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut:

- a). Pembuatan *mix design*.
- b). Pembuatan komposit beton.
- c). Pemeriksaan nilai slump beton segar.
- d). Pembuatan benda uji kubus (P 15 cm, L 15 cm, T 15 cm).

### 4. Tahap IV

Disebut dengan tahap perawatan beton (*curing*). Pada tahap ini akan dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap III sesuai SNI T-15-1990-03.

### 5. Tahap V

Disebut dengan tahap pengujian. Pada tahap ini pengujian kuat tekan dilakukan terhadap sampel kubus beton berukuran P 15 cm, L 15 cm, T 15 cm.

### 6. Tahap VI

Disebut dengan tahap analisa data. Data yang dihasilkan dari pengujian akan dianalisa serta dilakukan penarikan kesimpulan penelitian.

## **B. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

### 1. Tempat Penelitian

Penelitian analisa pengaruh bahan tambah (*admixture*) berupa zat aditif *waterproofing* "Damdex" pada struktur beton pasca bakar terhadap kuat tekan dan karakteristik beton mutu tinggi sebagai pengganti semen akan dilaksanakan di Laboratorium PT. Bangun Anugerah Beton Nusantara - Kabupaten Tegal sebagai sarana tempat serta sarana pendukung berlangsungnya penelitian.

## 2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Mei 2023 – bulan Juni 2023.

## C. SAMPEL, DAN TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL

Dalam penelitian pengaruh zat aditif *Waterproofing* "Damdex" pada struktur beton pasca bakar terhadap kuat tekan dan karakteristik beton mutu K-250 sampel yang akan digunakan adalah *Waterproofing* "Damdex" yang di tambahkan pada pembuatan beton pada benda uji kubus beton untuk mendapatkan mutu beton sesuai yang direncanakan dari penelitian :

### 1. Variabel Penelitian

#### a. Variabel Bebas

Inovasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *waterproofing* sebagai bahan campuran. Kekuatan yang diteliti pada penelitian ini adalah kuat tekan beton dengan menggunakan benda uji kubus beton.

#### b. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah SK SNI T-15-1990-03.

#### D. METODE PENGUMPULAN DATA

Metode yang dilakukan dalam teknik pengumpulan data yaitu dengan mengumpulkan data-data literatur sebagai pendukung dalam melakukan penelitian serta dengan melakukan uji laboratorium.

Mengacu pada SNI, untuk dapat melanjutkan kedalam proses pembuatan benda uji beton maka hal yang harus dilakukan adalah melakukan uji pada agregat yang akan digunakan. Untuk menghindari adanya penyimpangan maka metode pengujian sampel pun harus sesuai dengan metode pengujian berdasarkan SNI.

Data-data yang dihasilkan dari pengujian kemudian diolah lebih lanjut untuk mengetahui hubungan/korelasi antar satu data hasil pengujian dengan data hasil pengujian lainnya. Sehingga akan menghasilkan nilai uji yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian maupun kesimpulan penelitian.

Berikut ini adalah langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian Penggunaan bahan tambah (*admixture*) zat aditif waterproofing Sebagai bahan campuran terhadap nilai kuat tekan beton:

1. Pengambilan bahan tambah (*admixture*) berupa zat aditif *waterproofing* sebagai bahan campuran semen dalam material uji beton.
2. Persiapan kebutuhan alat yang digunakan selama proses penelitian.
3. Pengujian pada agregat yang akan digunakan pada mixing beton.
4. Pembuatan rencana pencampuran beton (*mix design*).
5. *Mixing design*.
6. Pengujian *slump*.
7. Pembuatan benda uji.

8. Perawatan benda uji.
9. Pengujian kuat tekan benda uji (usia 7 hari, 14 hari, dan 28 hari)
10. Pengolahan data.
11. Kesimpulan.

Tabel 3. 1 Formulir Pengujian Material

Materi Pengujian	Jenis material			
	Agregat Halus Eks. Kaligung	Agregat Kasar Eks Balapulang	Zat Aditif Silica Fume dan Superplasticizer	Semen Portland
Uji berat jenis agregat dan penyerapan air	✓	✓		
Analisa pembagian butiran	✓	✓		
Uji gradasi	✓	✓		
Uji kadar lumpur	✓	✓		
Uji berat isi agregat	✓	✓		✓

Tabel 3. 2 Formulir Kadar Lumpur Agregat Halus

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering (semula) + cawan	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) + cawan	(gr)		
Berat cawan	(gr)		
Berat agregat kering (semula) (A)	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) (B)	(gr)		
Kadar Lumpur = $\frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$	(gr)		
Kadar Lumpur rata – rata	(%)		

Tabel 3. 3 Formulir Kadar Lumpur Agregat Kasar Split 2-1, 2-3

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat agregat kering (semula) + cawan	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) + cawan	(gr)		
Berat cawan	(gr)		
Berat agregat kering (semula) (A)	(gr)		
Berat agregat kering (akhir) (B)	(gr)		
Kadar Lumpur = $\frac{(A-B)}{A} \times 100 \%$	(gr)		
Kadar Lumpur rata – rata	(%)		

Tabel 3. 4 Formulir Berat Isi Agregat Halus

			I	II	III	Rata-rata
			(Kg)	(Kg)	(Kg)	
Berat Tempat + Sampel	A	A+B				
Berat Tempat	B					
Berat Sampel	C	A-B				
Volume Tempat	D	PxLxT				
Berat Isi Sampel	E	$\frac{C}{D}$				

Tabel 3. 5 Formulir Berat Isi Agregat Kasar Murni

			I	II	III	Rata-rata
			(Kg)	(Kg)	(Kg)	
Berat Tempat + Sampel	A	A+B				
Berat Tempat	B					
Berat Sampel	C	A-B				
Volume Tempat	D	PxLxT				
Berat Isi Sampel	E	$\frac{C}{D}$				



Tabel 3. 6 Formulir Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat Contoh SSD	A			
Berat contoh Kering Oven	B			
Berat Picnometer + Air Kalibrasi	C			
Berat Picnometer + Air + Sampel	d			
Berat jenis bulk	$\frac{b}{c + a - d}$			
Berat jenis SSD	$\frac{a}{c + a - d}$			
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{a}{c + b - d}$			
Penyerapan Air	$\frac{a - b \times 100\%}{b}$			

Tabel 3. 7 Formulir Uji Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan n (mm)	Komulatif						Rata-rata Berat Tertahan (gr)	Ukuran Saringan (mm) % Tertahan
	Berat Tertahan (gr)		% Tertahan		% Lolos			
	A	B	C	D	E	F		
4,76								90-100
2,38								75-100
1,19								40-90
0,59								25-80
0,279								10-40
0,149								0-15
0,074								0-5
Pan = Gram								
Berat Sampel = Gram								

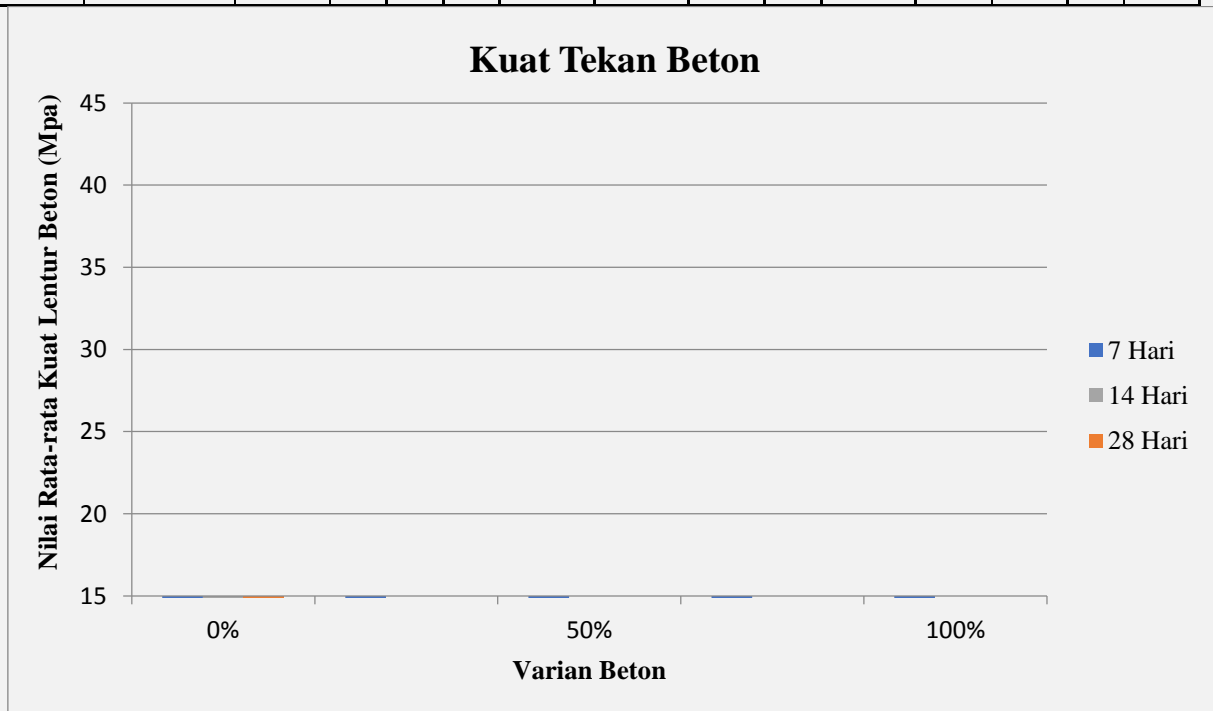
Tabel 3. 8 Formulir Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar Split 2-1, 2-3

		Pengujian (gr)		Rata-rata
		Sampel 1	Sampel 2	
Berat contoh Kering Oven	BK			
Berat Sampel Kering permukaan Jenuh	BJ			
Berat Sampel Uji Didalam Air	BA			
Berat jenis bulk	$\frac{BK}{BJ - BA}$			
Berat jenis SSD	$\frac{BJ}{BJ - BA}$			
Berat Jenis Semu (apparent)	$\frac{BK}{BK - BA}$			
Penyerapan Air	$\frac{BJ - BK \times 100\%}{BK}$			



Tabel 3. 10 Formulir Uji Kuat Tekan Beton

Varian Beton	Proporsi Campuran Agregat Kasar (%)	Slump (cm)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)	Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Mpa)			Rata-rata (Mpa)
			I	II			III	IV			V	VI		
	1		0	10										
2	50													
3	100													



## E. METODE ANALISA DATA

Metode analisa data hasil pengujian laboratorium. Uji laboratorium yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penimbangan material menggunakan neraca.
2. Penyaringan agregat menggunakan satu yang di tentukan SNI.
3. Pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, serta kadar lumpur pada agregat kasar dan agregat halus.
4. Pengujian berat isi, *volume* produksi campuran dan kadar udara beton dengan uji slump.
5. Pengujian nilai kuat tekan dengan benda uji kubus SNI.

### a. Rumus Faktor Air Semen

$$Fas = \frac{W}{(c+p)}$$

Keterangan :

Fas = Faktor air semen (%).

W = Rasio total berat air (kg).

c = Berat semen (kg).

p = Berat bahan tambah pengganti semen (kg)

### b. Rumus Koreksi Campuran

$$\text{Air} = B - [(Ck-Ca) \times \frac{C}{100}] - [(Dk-Da) \times \frac{D}{100}]$$

$$\text{Agregat halus} = C + [(Ck-Ca) \times \frac{C}{100}]$$

$$\text{Agregat kasar} = D + [(Dk-Da) \times \frac{D}{100}]$$

Keterangan :

B = Jumlah kebutuhan air ( $\text{kg}/\text{m}^3$  atau  $\text{ltr}/\text{m}^3$ )

C = Jumlah kebutuhan agregat halus ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

D = Jumlah kebutuhan agregat kasar ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Ck = Kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

Ca = Absorpsi air pada agregat halus (%)

Da = Absorpsi air pada agregat kasar (%)

**c. Rumus Menghitung berat jenis agregat campuran**

$$Bj \text{ campuran} = \frac{P}{100} \times bj \text{ ag hls} + \frac{K}{100} \times bj \text{ ag ksr}$$

Keterangan :

Bj ag ksr = Berat jenis agregat kasar

Bj ag hls = Berat jenis agregat halus

Bj ag ksr = Berat jenis agregat kasar

P = Persentase agregat halus terhadap agregat campuran

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat campuran

**d. Kadar Lumpur Agregat**

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

Keterangan :

A = Berat agregat kering (semula)

B = Berat agregat kering (akhir)

**e. Rumus Berat Isi Agregat**

$$\text{Berat tempat+sempel} = A+C$$

$$\text{Berat sempel} = A-B$$

$$\text{Volume tempat} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$\text{Berat isi sampel} = \frac{C}{D}$$

Keterangan:

A= Berat tempat+sampel

B= Berat tempat

C= Berat sampel

D= Volume tempat

**f. Rumus Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus**

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{b}{c+a-d}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{a}{c+a-d}$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{a}{c+b-d}$$

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{a-b \times 100\%}{b}$$

Keterangan:

a =Berat contoh SSD

b =Berat contoh kering oven

c =Berat Picnometer + Air Kalibrasi

d = Berat Picnometer + Air + Sampel

**g. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar**

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{BK}{BJ-BA}$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{BJ}{BJ-BA}$$

$$\text{Berat Jenis Semu (apparent)} = \frac{BK}{BK-BA}$$



$$\text{Penyerapan Air} = \frac{BJ - BA \times 100\%}{BK}$$

Keterangan

BK= Berat contoh Kering Oven

BJ= Berat Sampel Kering permukaan Jenuh

BA= Berat Sampel Uji Didalam Air

#### **h. Campuran beton**

1) Pasir

2) Semen

X = agregat kasar            a = Pasir

E = air                            b = Semen

Y = campuran beton

$$y = x + b$$

$$b = a + b + e$$

## **F. SPESIMEN PENGUJIAN**

Metode pengujian kuat tekan normal dengan dua titik pembebanan maksud dan tujuan metode pengujian kuat tekan beton normal dengan dua titik pembebanan dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam melaksanakan pengujian kuat tekan beton di laboratorium. Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh nilai kuat tekan beton normal guna keperluan perencanaan dan pelaksanaan.



### 1. Langkah Pengujian

a). Siapkan benda uji

- b). Siapkan mesin tekan beton
- c). Timbang dan catat berat masing-masing benda uji
- d). Buat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk titik perletakan titik pembebanan.
- e). Tempatkan benda uji yang sudah di ukur, ditimbang dan diberi tanda pada tumpuan pada tempat yang tepat dengan kedudukan sisi atas benda uji pada waktu pembuatan.

Tabel 3. 11 Peralatan untuk membuat benda uji dan alat pengujian

No	Nama Alat	Gambar	Keterangan
1	Timbangan		Untuk menimbang
2	Neraca Digital		Untuk menimbang

3	Alat Uji Tekan	 <p>18 Agu 2022 11.29.08 Surajaya Kecamatan Pemalang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah Altitude: 80.8m Speed: 0.0km/h</p>	Untuk memberikan tekanan pada sampel beton
4	Penggorengan / Wajan		Untuk mengurangi kadar air agregat
5	Cawan		Untuk wadah agregat
6	Mixer		Untuk mencampur agregat

7	Alat Uji Gradasi	 	Untuk menyaring agregat
9	Picnometer		Alat uji berat jenis dan penyerapan

**DAFTAR ISI AN RANCANGAN CAMPURAN RENCANA BETON K-250**

No	Uraian	Tabel / Grafik Perhitungan	Hasil Perhitungan
	1	2	3
A	Kuat Tekan Karakteristik yang disyaratkan	Ditetapkan	250 Kg/cm <sup>2</sup> pada umur 28 hari bagian cacat 5%
B	Kuat Tekan Beton Rata-rata  Kubus 15 x 15 x 15 cm	K = 1,64  S = 70	$\alpha_{bm} = \alpha_{bk} + 1,64.S$  $250 + 98,4 = 348,4$  Kg/cm <sup>2</sup>

Nilai Faktor Air Semen

	Maks. (kubus 15 x 15 x 15 cm)	Grafik : 1	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">54</div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">diambil</div> <div style="margin-right: 10px;">=</div> <div style="margin-right: 10px;">54</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">60</div> <div style="font-size: 2em; margin-right: 10px;">}</div> <div style="margin-right: 10px;">nilai</div> </div>
	Nilai Faktor Air Semen	- Tabel : 3	
	Maks dalam lingkungan	- Tabel : 4	
	Khusus	- Tabel : 5	
1	Kebutuhan Air per Zak semen ( 40 kg )	FAS terkecil x 40 Liter	0,54 x 40 Liter =21.6 Liter/sak
	- Ukuran Maks Agg	- ditetapkan	1.0 inch atau 38.1 mm
	- Modulus Kehalusan	- ditetapkan	
	- Slump maks yang diijinkan	- ditetapkan	10 cm
2	Kebutuhan Air per zak semen	Point 1 dan	21.6 Liter/sak semen (2a)

	(slump 18.0 cm)	Tabel : 12.2 2	162.52 Liter/m <sup>3</sup> beton (2b)
3	Penambahan air per M <sup>3</sup> beton	Lihat keterangan	$1.03 \times 162.52 = 167.4$ Ltr/m <sup>3</sup> beton
	karena ada perubahan slump	Tabel : 12.2 2 poin 2b + 3%	
4	Faktor semen = jumlah zak semen per m <sup>3</sup> beton	Poin 3 : poin 2a	<u>167.4</u> $21.6 = 7.7\text{zak/m}^3\text{beton}$
5	Volume Absolute Semen	<u>Poin 4 x 40</u> Bj PC x1000	<u>7.7 x 40</u> $3.15 \times 1000 = 0.0984\text{m}^3$
6	Volume Air	Poin 3 : 1000	<u>167.4</u> $1000 = 0.1674 \text{ m}^3$
7	Volume pasta semen	poin 5 + poin 6	Jumlah = $0.2658 \text{ m}^3$
8	Volume absolut Agg kasar dan Agg Halus	1 – Poin 7	$1.000 - 0.2658 = 0.7342 \text{ m}^3$
9	Prosentase kebutuhan Agg		Ukuran Maks Agg Kasar = 25 mm
	Halus dari berat Agg		
	Halus dan Kasar		% Agg Halus = 42%
10	Volume Absolut Agg Halus	Poin 8 x Poin 9	$0.7342 \times 0.42 = 0.3084 \text{ m}^3$
11	volume absolute Agg kasar	Poin 8 - Poin 10	$0.7342 - 0.3084 = 0.4258 \text{ m}^3$

	Agg Kasar	1 Inch	25%	$25\% \times 0,4258 = 0,1065\text{m}^3$
		$\frac{3}{4}$ inch	75%	$75\% \times 0,4258 = 0,3194\text{m}^3$
12	Kebutuhan bahan untuk 1 M <sup>3</sup> beton			
	- Semen		Poin 4 x 40 Kg	$7.7 \times 40 = 310 \text{ Kg}$
	- Air		Poin 3	$= 167 \text{ Kg}$
	- Agg halus SSD		Bj x Poin 10 x 1000	$2.674 \times 0.3084 \times 1000 = 824.56$ Kg
	- Agg kasar SSD		BJ x Poin 11 x 1000	

### LAMPIRAN ALUR PENGUJIAN DENGAN RINCI

1. Material Pembentuk Beton
2. Pelaksanaan Penelitian
3. Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengujian sifat-sifat teknis bahan susun beton (pasir, kerikil, dan semen), perancangan adukan beton :

- a. Uji Agregat Halus (pasir)

Hasil Uji Pasir didapatkan berat jenis SSD 2,507861 dan Modulus

Halus Butir (MHB)2,9.

- b. Uji Agregat Kasar (kerikil)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan berat jenis dan berat volume kerikil keadaan SSD. Didapat berat jenis SSD 2,589678 dan berat volume 1,584325 t/m<sup>3</sup>.

c. Perencanaan Campuran Adukan Beton.

Komposisi material yang digunakan dalam campuran adukan beton ini didapatkan dengan menggunakan metode ACI. Untuk setiap 1 m<sup>3</sup> beton dengan kuat tekan rencana 20 Mpa.

4. Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Penelitian yang dilakukan terdiri atas 3 variasi penambahan *Waterproofing*, yaitu 0%, 8% dan 16% terhadap berat semen. Tiap variasi digunakan. 9 benda uji kubus beton dengan 3 kubus tidak dibakar dan 3 kubus dibakar. Sehingga jumlah keseluruhan benda uji yang digunakan adalah 63 buah benda uji kubus beton dengan ukuran (15 x 15 x 15) cm.

Setelah 24 jam dalam cetakan, kubus beton di keluarkan dari cetakan dan direndam dalam bak perendaman selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Setelah direndam sesuai hari yang di rencanakan maka, beton dikeluarkan dari bak perendaman dan dibiarkan ditempat terbuka selama 24 jam sebelum diuji.

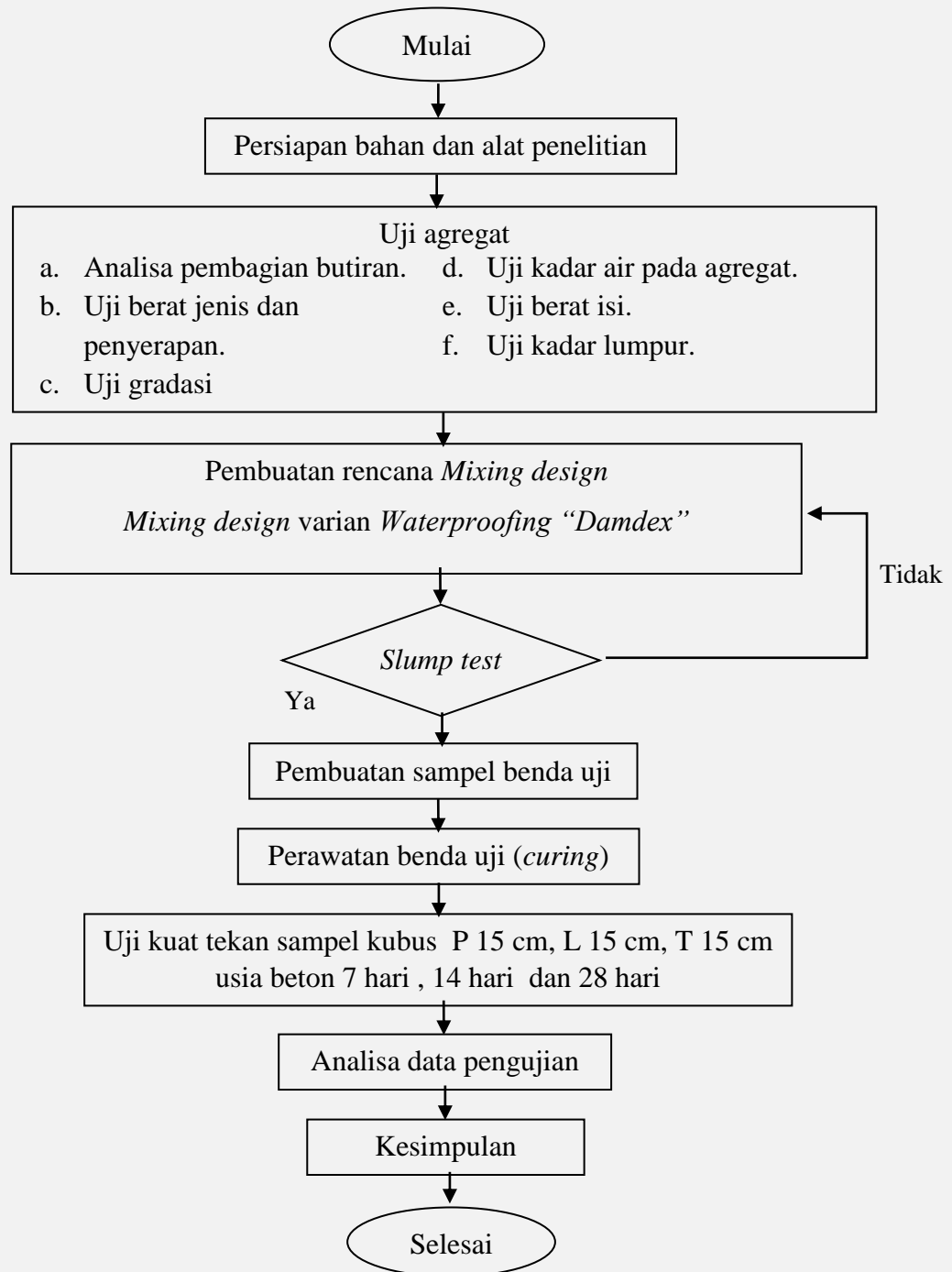
5. Pelaksanaan Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan kubus beton. Dengan langkahlangkah yang dilakukan sebagai berikut :



- a. Setelah kubus beton direndam dalam air selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari, pajaंगा sisinya diukur kembali, ditimbang beratnya, kemudian diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat tekan beton.
- b. Mesin uji dihidupkan, pembebanan diberikan dari 0 KN hingga benda uji beton hancur dan besarnya beban maksimal dicatat sesuai dengan pembacaan.
- c. Langkah pengujian yang di uraikan di atas adalah untuk pengujian Kubus beton tanpa pembakaran, sedangkan kubus yang dibakar diuji setelah dilakukan proses pembakaran pada tungku pembakar.
- d. Pembakaran dilakukan dalam tungku pembakaran, yang telah dilengkapi dengan sebuah Thermocouple dan 2 buah Burner, selama  $\pm$  2 jam dengan suhu  $\pm 200$  °C.

### G. DIAGRAM ALUR PENELITIAN



Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian