

**PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH ADDITON HE
DALAM CAMPURAN BETON DAPAT
MENINGKATKAN KUAT TARIK BETON MUTU NORMAL**

SKRIPSI

OLEH:

AGUS TRI JOKO SITUMORANG
188110129



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

**PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH ADDITON HE
DALAM CAMPURAN BETON DAPAT
MENINGKATKAN KUAT TARIK BETON MUTU NORMAL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi Penggunaan Bahan Tambah Additon He Dalam Campuran
Beton Dapat Meningkatkan Kuat Tarik Beton Mutu Normal
Nama Agus Tri Joko Situmorang
NPM 188110129
Fakultas Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing



Tanggal Lulus Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Agustus 2023



Agus T J. Situmorang
188110129

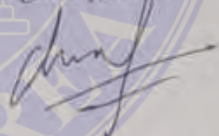
**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Agus Tri Joko Situmorang
NPM : 188110129
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Flat Slab Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Medan
Pada tanggal Agustus 2023
Yang menyatakan


(Agus Tri Joko Situmorang)

RIWAYAT HIDUP

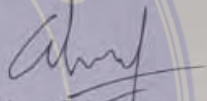
Penulis dilahirkan di Doloksanggul Pada tanggal 03 Agustus 2000 dari Ayah H. Situmorang dan Ibu M. Sihotang Penulis merupakan putra ke 5 dari 6 bersudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMK 2 Doloksanggul dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Irian Supermarket Tembung



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Bahan tambah beton dengan judul Penggunaan Bahan Tambah Additon He Dalam Campuran Beton Dapat Meningkatkan Kuat Tarik Beton Mutu Normal Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Ir. H. Irwan, MT selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Jahiras siringo ringo selaku appara saya dan Samuel Purba yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



(Agus T. J. Situmorang)

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Umum	7
2.3 Bahan pembentuk beton	8
2.4 Kuat tarik beton	40
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Diagram Alir Penelitian	41
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	41
3.3 Alat Penelitian (jika ada)	43
3.4 Bahan Penelitian (jika ada)	47
3.5 Analisis Data	56
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Hasil	57
4.2 Pembahasan	63
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN	xv

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Batas Gradasi Pasir (Sedang) No.2	59
Grafik 4.2 Batas gradasi Kerikil Atau Koral Ukuran Maksimum 20 mm	61
Grafik 4.3 Hasil Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles	63
Grafik 4.4 Hasil Uji Kuat Tarik.....	73



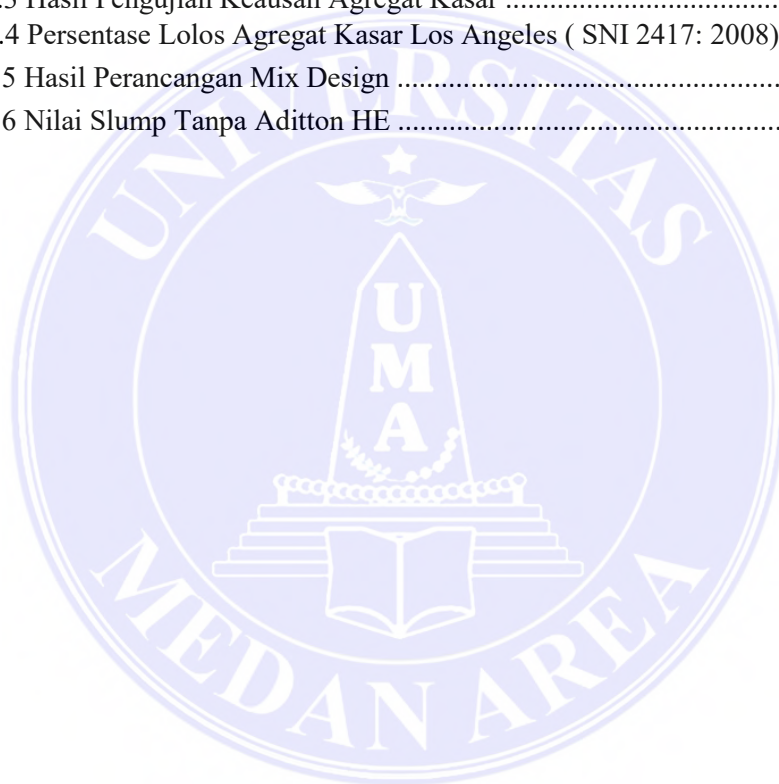
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3.2 Contoh Percetakan Benda Uji	47
Gambar 3.3 Perawatan Benda Uji	51
Gambar 4.1 Pengujian Slump	67
Gambar 4.2 Pengujian Kuat Tarik	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase Dari Komposisi Dan Kadar Senyawa Kimia Semen.....	14
Tabel 2.2 Empat Senyawa Utama Semen Portland	15
Tabel 2.3 Komposisi Senyawa Pembentuk Semen Portland	15
Tabel 2.4 Pengaruh Sifat Agregat Terhadap Sifat Beton	17
Tabel 2.5 Batas Gradasi Agregat Halus (BS).....	19
Tabel 2.6 Syarat Agregat Kasar Menurut BS.....	20
Tabel 2.7 Batas Toleransi Kotoran Pada Air	27
Tabel 4.1 Analisa Saringan Agregat Halus	58
Tabel 4.2 Analisa Saringan Agregat Kasar	60
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar	61
Tabel 4.4 Persentase Lolos Agregat Kasar Los Angeles (SNI 2417: 2008)	62
Tabel 4.5 Hasil Perancangan Mix Design	64
Tabel 4.6 Nilai Slump Tanpa Aditton HE	66



DAFTAR NOTASI

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas penampang (cm²)

T = Kuat tarik beton (Mpa)

P = Beban hancur (N)

L = Panjang spesimen (mm)

d = Diameter spsimen (mm)

Q = Kekuatan tekan

Fu = Faktor umum

S = Standart deviasi



ABSTRAK

Beton merupakan suatu material bahan konstruksi yang bahan penyusunannya terdiri dari semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*Additon HE*) bila di perlukan yang akan membentuk beton segar. Agregat kasar (kerikil atau batu pecah) dan agregat halus (pasir) berfungsi sebagai bahan pengisi utama beton sekaligus penguat, sedangkan campuran semen dan air berfungsi sebagai pengikat antar material. Dalam proses penelitian dilakukan pemeriksaan ketahanan agregat, mengetahui besar kuat tarik beton dengan menggunakan campuran beton dengan bahan tambah Additon HE. Dalam pengujian ini dilakukan dengan umur 7, 14, 28 hari untuk uji kuat tarik beton masing masing sampel sebanyak 3 buah. Sehingga total sampel benda uji sebanyak 18 buah benda uji. Dari hasil pengujian kuat tarik beton dapat menunjukkan bahwa kekuatan tarik beton pada umur 7 hari yang dicapai antara lain: Additon H.E sebesar 0 cc hasil kuat tarik 3,83 Mpa, Additon H.E sebesar 5 cc hasil kuat tarik 4,70 Mpa, dan kekuatan tarik beton pada umur 14 hari yang dicapai antara lain: Additon H.E sebesar 0 cc hasil kuat tarik 5,84 Mpa, Additon H.E sebesar 5 cc hasil kuat tarik 7,70 Mpa, dan kekuatan tarik beton pada umur 28 hari yang dicapai antara lain: Additon H.E sebesar 0 cc hasil kuat tarik 7,37 Mpa, Additon H.E sebesar 5 cc hasil kuat tarik 9,39 Mpa. Dari hasil pengujian kuat tarik ini sudah terlihat bahwa dengan menggunakan zat Additon HE dapat meningkatkan mutu beton yang dimana beton yang menggunakan Additon HE yang berumur 14 hari sudah dapat menyamai mutu beton biasa yg berumur 28 hari.

Kata kunci: *Beton, Additon H.E, Kuat Tekan, Kuat Tarik*

ABSTRACT

Concrete is a construction material whose constituent materials consist of hydraulic cement (portland cement), coarse aggregate, fine aggregate, water and additives (Additon HE) when needed which will form fresh concrete. Coarse aggregate (gravel or crushed stone) and fine aggregate (sand) serve as the main filler for concrete as well as reinforcement, while a mixture of cement and water functions as a binder between the materials. In the research process, an aggregate durability check was carried out, knowing the tensile strength of concrete using a concrete mixture with Additon HE added material. In this test, it was carried out at 7, 14, 28 days for the tensile strength test of concrete for each sample of 3 pieces. So that the total sample of test objects is 18 pieces of test objects. From the results of the concrete tensile strength test it can be shown that the tensile strength of concrete at the age of 7 days achieved includes: Additon H.E of 0 cc resulting in a tensile strength of 3.83 Mpa, Additon H.E of 5 cc resulting in a tensile strength of 4.70 Mpa, and tensile strength concrete at the age of 14 days that was achieved included: Additon H.E of 0 cc resulting in a tensile strength of 5.84 Mpa, Additon H.E of 5 cc resulting in a tensile strength of 7.70 Mpa, and the tensile strength of concrete at the age of 28 days achieved included: Additon H.E of 0 cc results in a tensile strength of 7.37 Mpa, Additon H.E of 5 cc results in a tensile strength of 9.39 Mpa. From the results of this tensile strength test, it can be seen that using Additon HE can improve the quality of concrete where concrete using Additon HE which is 14 days old can match the quality of ordinary concrete which is 28 days old.

Keywords: Concrete, Additon H.E, Compressive Strength, Tensile Strength

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya jika ingin mendapatkan beton dengan mutu dan keawetan yang tinggi, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, meliputi faktor air semen (FAS), agregat (baik agregat kasar maupun halus), dan penggunaan bahan tambah. Penggunaan bahan additive pada campuran beton merupakan salah satu solusi yang tepat guna mendapat beton dengan mutu dan keawetan yang tinggi serta waktu sesuai dengan perencanaan. Ada berbagai jenis bahan tambah kimia yang telah beredar di pasaran. Salah satunya bahan tambah yang sering digunakan yaitu: jenis Additon H.E. Additon H.E adalah bahan campuran untuk beton atau semen yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mempercepat waktu pengerasan, dapat meningkatkan mutu beton, dan berfungsi sebagai beton kedap air secara permanen. Namun apabila dosis yang digunakan berlebihan maka jenis bahan tambah tersebut tidak berfungsi maksimal dan akan menyebabkan penurunan kuat tarik beton.

Agar dapat menghasilkan kuat tarik beton sesuai dengan yang direncanakan, diperlukan suatu rancangan campuran (mix design) untuk menentukan jumlah kebutuhan setiap komponen beton yang diinginkan. Campuran beton harus diuji dalam keadaan homogen penuh dengan kemampuan kerja tertentu untuk menghindari segregasi. Semakin kecil rongga yang tercipta dalam campuran beton maka semakin tinggi tarik beton yang dihasilkan. Persyaratan yang paling penting untuk membuat beton adalah: beton segar harus dapat dibangun atau dituangkan, beton yang dibangun harus cukup kuat untuk menahan beban yang direncanakan, dan beton harus diproduksi secara ekonomis.

Beberapa cara penyelesaian telah digunakan untuk mengevaluasi nilai kekuatan tarik beton. Pada tes langsung, benda uji ditahan pada kedua ujung dan ditarik sampai putus, kekuatan tarik adalah beban putus dibagi luas penampang benda uji. Pada tes tarik belah, benda uji silinder ditekan pada kedua sisi yang berhadapan, sehingga terbelah menjadi dua bagian akibat tegangan tarik. Pada tes lentur, suatu balok dengan penampang persegi dibebani ditengah atau pada jarak sepertiga dan hancur akibat momen lentur, dimana tegangan tarik yang dihitung pada saat hancur disebut modulus of rupture. Tetapi setiap metode pengujian kekuatannya mempunyai hasil karakteristiknya masing-masing. Kebanyakan sarjana teknik mengasumsi bahwa kekuatan tarik langsung beton sebesar 10% dari kekuatan tekan beton. Kekuatan tarik belah kurang lebih sama, dan modulus of rupture kurang lebih 10-15% kekuatan tekan.

Adapun permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian yaitu: Seberapa besar pengaruh bahan tambah Additon H.E terhadap kuat tarik beton, Seberapa besar persentase bahan Additon H.E yang optimum untuk menghasilkan beton mencapai kekuatan maksimum. Sehingga dengan adanya permasalahan yang ingin di selesaikan pada penelitian ini maka judul pada penelitian ini **“Penggunaan Bahan**

Tambah Additon HE Dalam Campuran Beton Dapat Meningkatkan Kuat Tarik Beton Mutu Normal.”

1.2. Rumusan Masalah

Masalah – masalah yg timbul dari penelitian ini saya lampirkan sebagai berikut :

1. Seberapa besar perbedaan kuat tarik beton yang terjadi pada masing-masing variasi sampel beton dengan penambahan bahan tambah *Additon*

HE.

2. Apa saja keuntungan dan kekurangan dalam penambahan bahan tambah *Additon HE* terhadap beton.
3. Apa saja langkah dalam pengujian beton

1.3. Tujuan Penelitian

Maksud penelitian adalah untuk menganalisa kuat tarik beton dengan menggunakan bahan tambah *Additon HE*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *Additon HE* pada kuat tarik beton normal K 250.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan saya persiapkan dalam penelitian :

1. Mengetahui perbandingan kuat tarik beton normal dengan kuat tarik beton menggunakan bahan tambah additon HE.
2. Mengetahui keuntungan dan kekurangan dalam penggunaan additon HE terhadap beton.
3. Mengetahui langkah dalam pengujian beton.

1.5. Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang saya dapatkan dalam penelitian ini :

1. Memahami perbandingan kuat tarik beton normal dengan kuat tarik beton menggunakan bahan tambah additon HE.
2. Memahami keuntungan dan kekurangan penggunaan additon HE terhadap beton.
3. Memahami langkah dalam pengujian beton

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian terdahulu

Skripsi ini merupakan pengembangan dari beberapa studi terdahulu yakni :

Pencipta jurnal	Judul jurnal	Metode jurnal	Kesimpulan	Link Jurnal
Mikael	PENGGUNAAN	Pengujian	Menunjukkan	https://
Wora	BAHAN TAMBAH ADDITON H.E DALAM CAMPURAN BETON DAPAT MENINGKATKAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON MUTU NORMAL PENGUJIAN KUAT	tarik dilakukan dengan mesin uji tarik (Standar ASTM D 638-02) dalam (SNI 03- 24911990).	bahwa dengan penggunaan bahan Additon H.E mulai dari 1 cc s/d 5 cc per 1 kg semen memperoleh hasil kekuatan tekan maupun kekuatan tarik beton semakin meningkat dari campuran beton tanpa bahan Additon H.E.	journal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate/article/view/9123/5171

Geertruida	PENGUJIAN	Pengujian	Kekuatan	file:///C:/User
Eveline	KUAT	tarik	tarik beton	s/ASPIRE%2
	TARIK	dilakukan	merupakan	05/Downloa
	BELAH	dengan	fungsi dari	ds/jm_jss,+
	DENGAN	mesin	kekuatan	JSS031004+G
	VARIASI	ujitarik	tekan beton.	eertruida+
	KUAT	(Standar	Kuat tekan	Eveline+Un
	TEKAN	ASTMD	yang	tu+10021
	BETON	638-02)	bervariasi	1038a.pdf
		dalam (SNI	memberikan	
		03-24911990).	nilai kuat	
			tekan yang	
			bervariasi,	
			semakin	
			besar nilai	
			kuat tekan	
			maka nilai	
			kuat tarik	
			belah yang	
			dihasilkan	
			semakin	
			besar pula.	

Fanto	PENGUJIAN	Pengujian	Berdasarkan	file:///C:/
Pardomuan	KUAT TARIK	tarik	klasifikasi	Users/ASPIRE
Pane	LENTUR	dilakukan	berat jenis	%205/Downloads/ jm_jss,+JSS03
	BETON	dengan	beton, hasil	
	DENGAN	mesin uji	pemeriksaan	
	VARIASI	tarik	berat volume	
	KUAT	(Standar	beton	
	TEKAN	ASTMD	termasuk	
	BETON	638-02)	beton	
		dalam (SNI	berbobot	
		03-	normal.	
		24911990).		

2.2 Umum

Beton adalah fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture) yang akan membentuk beton segar. Pengerasan beton akan segera terjadi karena adanya peristiwa ikatan antara air dan semen, dimana massa beton akan bertambah kuat seiring dengan bertambahnya umur beton. Beton yang baik ialah beton yang kuat, tahan lama, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume.

Beton merupakan material komposit yang rumit. Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur masing-masing serta interaksi mereka.

Ada 3 sistem yang melibatkan semen, yaitu pasta semen, mortar dan beton. Kadang kala beton masih ditambah lagi dengan bahan kimia pembantu (admixture) untuk mengubah sifat-sifatnya ketika masih berupa beton segar (fresh concrete) atau beton keras. Beton mempunyai kuat tekan yang besar sementara kuat tariknya kecil. Kondisi yang demikian, yaitu rendahnya kuat tarik, pada elemen struktur yang betonnya mengalami tegangan tarik perlu diperkuat dengan baja tulangan untuk memperoleh kinerja yang tinggi. Beton terdiri dari udara 5%, pasta semen 20-35%, sementara kadar agregat antara 65-80 %. (Antoni dan Paul Nugraha, 2007 hal 2).

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas.

Kualitas dari struktur beton yang baik harus memperhatikan banyak hal, dan melalui proses pengerjaan dan pengawasan yang baik. Parameter-parameter yang mempengaruhi kekuatan beton menurut (Mulyono hal 2) adalah:

1. Kualitas semen
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan bahan pembentuk beton
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
7. Perawatan beton

Beton memiliki berbagai keunggulan maupun kekurangan dalam pemakaian di lapangan, (Antoni dan Paul Nugraha 2007 hal 4), menyatakan keunggulan beton adalah sebagai berikut:

1. Kualitas semen
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan bahan pembentuk beton
6. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
7. Perawatan beton

Beton memiliki berbagai keunggulan maupun kekurangan dalam pemakaian di lapangan, (Antoni dan Paul Nugraha 2007 hal 4), menyatakan keunggulan beton adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan (availability)
2. Kemudahan untuk digunakan (versatility)
3. Kemampuan beradaptasi (adaptility)
4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal

Selain memiliki beberapa keunggulan diatas, beton juga memiliki kelemahan diantaranya:

1. Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2400 kg/m^3
2. Kekuatan tarikya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar 3.

Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis

4. Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaan di lapangan

5. Struktur beton sulit untuk dipisahkan. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis.

2.3 Bahan Pembentuk Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari semen portland, agregat halus, agregat kasar, air. Dalam penggunaan bahan penyusun beton ini digunakan perbandingan dalam setiap campurannya dimana perbandingan ini disesuaikan agar setiap perbandingan jumlah penyusun beton lebih ekonomis dan efektif.

2.3.1. Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang mampu mempersatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi halus, pasta semen akan menjadi mortar, sedangkan jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton yang segar. Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan bahan tambah (admixture) dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan.

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%- 40%, dan agregat (agregat kasar dan agregat halus)

sekitar 60%- 75%. Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

2.3.1.1. Jenis – Jenis Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985. Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utama. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Bahan Dasar Semen Portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO) dan sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya terkadang ditambahkan oksida besi, sedangkan gipsum ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen. Peranan semen menjadi penting. Menurut SNI 03-2843-2000 Semen Portland dibagi menjadi 5 tipe

yaitu:

- a. Tipe I : Semen portland yang untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus.
- b. Tipe II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang

- c. Tipe III: Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi
- d. Tipe IV: Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
- e. Tipe V : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Semen dapat dibedakan menjadi 2 Kelompok yaitu:

1. Semen non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen hidrolik adalah kapur. Kapur dihasilkan oleh proses kimia dan mekanis di alam. Kapur telah digunakan selama berabad abad lamanya sebagai bahan adukan dan plesteran untuk bangunan.

2. Semen hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzoland, semen portland, semen terak, semen alam.

2.3.1.2. Sifat Fisika Semen

Semen portland mempunyai beberapa sifat fisika, bisa dijelaskan sebagai berikut:

a. Kehalusan Butir (Fineness)

Kehalusan butir semen memengaruhi proses hidrasi.waktu pengikatan (setting time) menjadi semakin lama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan

butiran semen yang tinggi dapat mengurangi terjadinya bleeding atau naiknya air kepermukaan, tetapi menambah kecendrungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Menurut ASTM, butiran semen yang lewat ayakan no.200 harus lebih dari 78%.

b. Kepadatan (density)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah $3,15 \text{ Mg/m}^3$.

Pada kenyataanya , berat jenis semen yang diproduksi berkisar antara $3,05 \text{ Mg/m}^3$ sampai $3,25 \text{ Mg/m}^3$. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen dalam campuran.

c. Konsistensi

Semen portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan sampai pada saat beton mengeras. konsistensi yang terjadi bergantung pada rasio antara semen dan air serta aspek-aspek bahan semen seperti kehalusan kecepatan hidrasi. Konsistensi mortar bergantung pada konsistensi semen dan agregat pencampurannya.

d. Waktu pengikatan

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung mulai dari bereaksi dengan air dan menjadi pasta seme hingga pasta semen cukup kaku dan tidak bisa dibentuk lagi. Waktu ikat semen dibedakan menjadi dua :

- Waktu ikat awal (initial setting time), yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan. Pada selang waktu ini beton mulai melakukan pengikatan, sementara pasta semen bersifat lecah (kenyal).

- Waktu ikat akhir (final setting time), yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen portland initial setting time terjadi tidak boleh kurang dari 45 menit, sedangkan final setting time tidak boleh lebih dari 375 menit.

e. Panas hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Jumlah panas yang dibentuk antara lain bergantung pada jenis semen yang dipakai dan kehalusan butiran semen. Dalam pelaksanaan, perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retakan pada saat pendinginan karena semen mengalami susut. Pada beberapa struktur beton, terutama pada struktur beton mutu tinggi, retakan ini tidak diinginkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendinginan melalui perawatan (curing) pada saat pelaksanaan.

f. Perubahan volume (kekal)

Perubahan volume pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan campurannya dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi. Pengembangan volume dapat menyebabkan kerusakan dari suatu beton, sehingga sifat ini harus diperhitungkan.

2.3.1.3 Sifat Kimia Semen

Sifat kimia dari semen portland sangat rumit, dan belum dimengerti sepenuhnya, perkiraan terhadap komposisi semen portland diberikan pada tabel 2.1 hampir dua pertiga bagian semen terbentuk dari zat kapur yang proporsinya berperan penting terhadap sifat-sifat semen. Zat kapur yang berlebihan kurang baik untuk semen karena menyebabkan terjadinya disintegrasi (perpecahan) semen setelah timbul

ikatan. Kadar kapur yang tinggi tetapi tidak berlebihan cenderung memperlambat pengikatan, tetapi menghasilkan kekuatan awal yang tinggi, kekurangan zat kapur menghasilkan semen yang lemah.(L.J.Murdock dan K.M.Brook,1979 hal 65).

Tabel 1 Persentase Dari Komposisi Dan Kadar Senyawa Kimia Semen (Teknologi Beton Tjokrodinuljo,2007)

Senyawa	Persentase (%)
Batu kapur (CaO)	60-65
Pasir silikat (SiO ₂)	17-25
Alumina (AL ₂ O ₃)	3-8
Besi oksida (Fe ₂ O ₃)	0,5-6
Magnesia (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO ₃)	1-2

Empat unsur yang paling penting dalam semen adalah: (L.J.Murdock dan K.M.Brook,hal 66)

(a) Trikalsium silikat (3CaO.SiO₂) yang disingkat menjadi C₃S

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas kwantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umumnya, terutama dalam 14 hari pertama

(b) Dikalsium Silikat (2CaO.SiO₂) yang disingkat menjadi C₂S

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap progres peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14-28 hari dan seterusnya. Semen yang mempunyai proporsi dikalsium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi kimia yang relatif tinggi,penyusutan kering yang relatif rendah.

Unsur C₂S ini juga membuat semen tahan terhadap serangan kimia dan juga mengurangi besar susutan pengeringan.

(c) Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C3A

Berpengaruh besar terhadap pengerasan semen sesudah 24 jam.

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas; menyebabkan pengerasan awal, tetapi kurang kontribusinya pada kekuatan batas; kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi; paling menonjol mengalami disintegrasi oleh sulfat air-tanah; dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume

(d) Tetrakalsium Aluminoferrit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C4AF

Adanya senyawa Aluminoferrit kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya. Kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton.

Tabel 2 Empat Senyawa Utama Semen Portland (Teknologi Beton, Paul Nugraha dan Antoni, 2007)

Nama oksidasi kimia	Rumus empiris	Rumus oksida	Notasi pendek	Kadar rata-rata (%)
Trikalsium silikat	Ca_3SiO_5	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	50
Dikalsium silikat	Ca_2SiO_4	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	25
Trikalsium Aluminat	CaAl_2O_6	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	12
Tetrakalsium Aluminoferrit	$2\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_6$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	8
Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum)		$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CSH_2	3,5

Tabel 3 Komposisi Senyawa Pembentuk Semen Portland (Teknologi Beton, Paul Nugraha dan Antoni, 2007)

Oksida	Notasi Pendek	Nama Umum	% Berat
CaO	C	Kapur	63
SiO ₂	S	Silika	22
Al ₂ O ₃	A	Alumina	6
Fe ₂ O ₃	F	Ferrit oksida	2,5
MgO	M	Magnesia	2,6
K ₂ O	K	Alkalis	0,6
Na ₂ O	N	Disodium oksida	0,3
SO ₂	S	Sulfur dioksida	2,0
CO ₂	C	Karbon dioksida	-
H ₂ O	H	Air	-



2.3.2. Agregat

Agregat merupakan campuran beton yang biasanya kandungan agregatnya sangat tinggi. Komposisi agregat tersebut berkisar hanya 60%-70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton. Pengaruh sifat agregat terhadap beton dapat dilihat dalam

Tabel 2.4 berikut :

Tabel 4 Pengaruh Sifat Agregat Terhadap Sifat Beton(Teknologi Beton Paul Nugraha dan Antoni,2007 hal 43)

Sifat Agregat	Pengaruh pada	Sifat Beton
Bentuk,tekstur,gradasi	Beton cair	Keleccakan pengikatan dan pengerasan
Sifat fisik,sifat kimia, mineral	Beton keras	Kekuatan,kekerasan,ketahanan (durability)

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm).Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm (Mulyono,2003 hal 65).

Didalam beton, agregat halus dan kasar mengisi sebagian besar volume beton, sehingga sifat-sifat dan mutu agregat sangat mempengaruhi sifat dan mutu beton.

Penggunaan agregat dalam beton adalah:

- a. Untuk menghemat penggunaan semen *Portland*,
- b. Untuk menghasilkan kekuatan yang besar pada beton,
- c. Untuk mengurangi susut pengerasan beton,
- d. Untuk mencapai susunan yang padat pada beton, dengan gradasi agregat yang baik akan didapat beton yang padat pula,
- e. Mengontrol sifat dapat dikerjakan (*workability*) adukan beton.

2.3.2.1. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. (SNI 03-2834-2000).

Adapun persyaratan agregat halus menurut SK SNI S-04-1989-F (Tjokrodimuljo,2007) untuk campuran beton adalah sebagai berikut :

- (a) Butir- butirnya tajam, dan keras, dengan indeks kekerasan $\leq 2,2$
- (b) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan).

Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 persen, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 persen.

- (c) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 5%.
- (d) Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3 % NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standart/ pembanding.

- (e) Modulus halus butir antara 1,50- 3,80 dan dengan variasi butir sesuai standart gradasi.
- (f) Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat halus harus tidak reaktif terhadap alkali.
- (g) Tidak boleh digunakan pasir laut (kecuali dengan petunjuk staf ahli), karena pasir laut ini banyak mengandung garam yang dapat merusak beton.

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus dikelompokkan menjadi 4 zone (daerah) yaitu :

Tabel 5 Batas Gradasi Agregat Halus (BS) (Teknologi Beton Mulyono,2003 hal 91)

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

Keterangan :

Daerah I = pasir kasar

Daerah III = pasir agak halus

Daerah II = pasir agak kasar Daerah IV = pasir halus

2.3.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah dan granit yang akan dipakai untuk membuat campuran beton yang mempunyai ukuran butir antara 5

mm sampai 40 mm (SNI 03-2834-2000). Agregat kasar akan dipakai untuk membuat campuran beton. Adapun persyaratan agregat kasar menurut SK SNI S-04-

1989-F (Tjokrodimuljo, 2007) adalah:

- (a) Butir-butirnya keras dan tidak berpori. Indeks kekerasan ≤ 5 %
- (b) Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca (terik matahari dan hujan).
Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 persen, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 persen.
- (c) Tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06 mm) lebih dari 1 %
- (d) Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- (e) Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %
- (f) Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari : $1/5$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $1/3$ tebal pelat beton, $3/4$ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.

Menurut British Standard (BS) gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas-batas yang tercantum dalam tabel 2.6

Tabel 6 Syarat Agregat Kasar Menurut BS (Teknologi Beton Mulyono,2003 hal 94)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir lewat Ayakan, besar butir Maks		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5			95-100
10	10-35	25-55	40-85
4,8	0-5	0-10	0-10

2.3.2.3. Jenis Agregat Berdasarkan Bentuk

Bentuk agregat belum terdefinisikan secara jelas, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik. Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

1. Agregat Bulat

Agregat ini terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena pergeseran. Rongga udaranya minimum 33%, sehingga rasio luas permukaan kecil. Beton yang dihasilkan agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antar agregat kurang kuat

2. Agregat bulat sebagian atau tidak teratur

Agregat ini secara alamiah berbentuk tidak teratur. Sebagian terbentuk karena pergeseran sehingga permukaan atau sudut – sudutnya berbentuk bulat. Rongga udara pada agregat ini lebih tinggi, sekitar 35%38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini belum cukup baik untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat belum cukup baik (masih kurang kuat)

3. Agregat Bersudut

Agregat ini mempunyai sudut – sudut yang tampak jelas, yang terbentuk di tempat – tempat perpotongan bidang – bidang dengan permukaan kasar. Rongga udara pada agregat ini sekitar 38% - 40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan karena ikatan antar agregatnya baik (kuat).

4. Agregat Panjang

Agregat ini panjangnya jauh lebih besar dari pada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya. Agregat ini disebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari $9/5$ dari ukuran rata – rata. Ukuran rata – rata ialah ukuran ayakan yang meloloskan dan menahan butiran agregat. Sebagai contoh, agregat dengan ukuran rata – rata 15 mm akan lolos ayakan 19 mm dan tertahan oleh ayakan 10 mm. Agregat ini dinamakan panjang jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari 27 mm ($9/5 \times 15$ mm). Agregat jenis ini akan berpengaruh buruk pada mutu beton yang akan dibuat. Kekuatan tekan beton yang dihasilkan agregat ini adalah buruk.

5. Agregat pipih

Agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran – ukuran lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih sama dengan agregat panjang, tidak baik untuk campuran beton mutu tinggi. Dinamakan pipih jika ukuran terkecilnya kurang dari $3/5$ ukuran rata – ratanya.

6. Agregat pipih dan Panjang

Pada agregat ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar daripada lebarnya. Sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

2.3.2.4. Jenis Agregat Berdasarkan Tekstur Permukaan

Bentuk agregat belum terdefinisikan secara jelas, sehingga sifat-sifat tersebut sulit diukur dengan baik. Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Klasifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut:

1. Agregat Bulat

Agregat ini terbentuk karena terjadinya pengikisan oleh air atau keseluruhannya terbentuk karena pergeseran. Rongga udaranya minimum 33%, sehingga rasio luas permukaan kecil. Beton yang dihasilkan agregat ini kurang cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan atau untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antar agregat kurang kuat

2. Agregat bulat sebagian atau tidak teratur

Agregat ini secara alamiah berbentuk tidak teratur. Sebagian terbentuk karena pergeseran sehingga permukaan atau sudut – sudutnya berbentuk bulat. Rongga udara pada agregat ini lebih tinggi, sekitar 35%-38%, sehingga membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini belum cukup baik untuk beton mutu tinggi, karena ikatan antara agregat belum cukup baik (masih kurang kuat)

3. Agregat Bersudut

Agregat ini mempunyai sudut – sudut yang tampak jelas, yang terbentuk di tempat – tempat perpotongan bidang – bidang dengan permukaan kasar. Rongga udara pada agregat ini sekitar 38% - 40%, sehingga membutuhkan lebih banyak lagi pasta semen agar mudah dikerjakan. Beton yang dihasilkan dari agregat ini cocok untuk struktur yang menekankan pada kekuatan karena ikatan antar agregatnya baik (kuat).

4. Agregat Panjang

Agregat ini panjangnya jauh lebih besar dari pada lebarnya dan lebarnya jauh lebih besar dari pada tebalnya. Agregat ini disebut panjang jika ukuran terbesarnya lebih dari 9/5 dari ukuran rata – rata. Ukuran rata – rata ialah ukuran ayakan yang meloloskan dan menahan butiran agregat. Sebagai contoh,

agregat dengan ukuran rata – rata 15 mm akan lolos ayakan 19 mm dan tertahan oleh ayakan 10 mm. Agregat ini dinamakan panjang jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari 27 mm ($9/5 \times 15$ mm). Agregat jenis ini akan berpengaruh buruk pada mutu beton yang akan dibuat. Kekuatan tekan beton yang dihasilkan agregat ini adalah buruk.

5. Agregat pipih

Agregat disebut pipih jika perbandingan tebal agregat terhadap ukuran – ukuran lebar dan tebalnya lebih kecil. Agregat pipih sama dengan agregat panjang, tidak baik untuk campuran beton mutu tinggi. Dinamakan pipih jika ukuran terkecilnya kurang dari $3/5$ ukuran rata – ratanya.

6. Agregat pipih dan Panjang

Pada agregat ini mempunyai panjang yang jauh lebih besar daripada lebarnya. Sedangkan lebarnya jauh lebih besar dari tebalnya.

2.3.3. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang sangat penting. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas antara butirbutir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Semen tidak bisa tanpa air. Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (workable) (Paul

Nugraha,2007). Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang ditetapkan (Mulyono,2003).

Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton

akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut Faktor Air Semen. Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan memengaruhi kekuatan beton.

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penguatan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang digunakan sebagai campuran harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garamm yang dapat merusak beton (asam, zat organik,dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Air yang digunakan untuk pembuatan beton dipengaruhi oleh faktor – faktor berikut:

- a. Ukuran agregat maksimum

Diameter membesar menjadikan kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).

b. Bentuk butir

Butiran yang bulat menjadikan kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).

c. Gradasi agregat

Gradasi (distribusi ukuran butiran) baik menjadikan kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.

d. Kotoran dalam agregat

Makin banyak lanau, tanah liat, dan lumpur maka kebutuhan air meningkat.

e. Jumlah agregat halus

Agregat halus lebih sedikit maka kebutuhan air menurun.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan beton. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

1) Pengaruh kotoran pada air

Sumber kotoran pada air dapat disebabkan oleh sumber zat organik dan anorganik, banyak akibat yang merugikan pada beton jika airnya sudah tercemar dan kotor digunakan untuk pencampuran beton. Kotoran pada air jika terikutkan dalam campuran beton pada umumnya bisa akan menyebabkan perubahan secara sifat/

karakteristik pada beton, antara lain:

- a. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan
- b. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan
- c. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan
- d. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton

e. Bercak-bercak pada permukaan beton

Batas / limit kontribusi untuk berbagai kotoran adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Batas Toleransi Kotoran Pada Air (Paul Nugraha dan Antoni,2007 hal 76)

Kotoran	Konsentrasi maks (ppm)	Keterangan
Suspensi	2000	Silt,tanah liat, bahan organik
Ganggang	500-1000	Air entrain
Karbonat	1000	Mengurangi setting time
Bikarbonat	400-1000	400 ppm utk Ca,Mg
Sodium sulfat	10.000	Kekuatan dini dapat mengikat,tapi kekuatan akhir menurun
Magnesium sulfat	40.000	
Sodium klorida	20.000	Mengurangi setting-time, kekuatan dini meningkat tetapi kekuatan akhir menurun
Kalsium klorida	50.000	
Magnesium klorida	40.000	
Phosphat,arsenat,borat	500	Memperlambat set
Garam Zn,Cu,Mn,Sn	500	
Asam inorganis	10.000	PH tidak kurang dari 3,0

2) Sumber-Sumber Air

Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam (sekitar 78% adalah sodium klorida dan 15% adalah magnesium klorida). Garam-garaman dalam air laut ini akan mengurangi kualitas beton hingga 20%. Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan campuran prategang ataupun beton bertulang karena resiko terhadap karat lebih besar. Air buangan industri yang mengandung asam alkali juga tidak boleh digunakan.

Sumber-sumber air yang ada adalah sebagai berikut:

a. Air yang terdapat di udara

Air yang terdapat di udara atau air atmosfer adalah air yang terdapat di awan. Kemungkinan air ini sangat tinggi. Sayangnya, hingga sekarang belum ada teknologi untuk mendapatkan air atmosfer ini secara mudah. Air yang terdapat dalam atmosfer ini kondisinya sama dengan air suling, sehingga sangat mungkin untuk mendapatkan beton yang baik dengan air ini.

b. Air hujan

Air hujan menyerap gas-gas serta uap dari udara ketika jatuh ke bumi. Udara terdiri dari komponen-komponen utama yaitu zat asam atau oksigen, nitrogen dan karbondioksida. Bahan-bahan padat serta garam yang larut dalam air hujan terbentuk akibat peristiwa kondensasi.

c. Air permukaan

Air permukaan dibagi menjadi air sungai, air danau dan situ, air genangan dan air reservoir. Erosi yang disebabkan oleh aliran air permukaan, membawa serta bahan-bahan organik dan mineral-mineral. Air sungai atau air danau dapat digunakan sebagai bahan campuran beton asal tidak tercemar oleh air buangan industri. Air rawa-rawa atau air genangan tidak dapat digunakan sebagai bahan campuran beton, kecuali setelah melalui pengujian kualitas air.

Air laut mengandung 30.000-36.000 mg garam per liter (3%-3,6%). umumnya dapat dipakai untuk beton tanpa tulangan. Meskipun kekuatan awalnya lebih tinggi dari beton biasa, setelah 28 hari kekuatannya akan lebih rendah.

Pengurangan kekuatan ini dapat dihindari dengan mengurangi faktor air semen.

Bila air bersih tidak tersedia, air laut sebenarnya dapat digunakan (meskipun

sangat tidak dianjurkan). Ada risiko korosi. Tetapi risiko itu dapat dikurangi bila tulangan mempunyai penutup beton yang cukup dan jika beton kedap air mengandung cukup air- entrain. Struktur beton bertulang yang dibuat dengan air laut dan terekspose pada lingkungan maritim harus mempunyai faktor airsemen lebih kecil dari 0,45 dan tebal selimut beton sedikitnya 75 mm. air laut tidak boleh dipakai untuk membuat beton pra-tekan atau pra-tegang, dimana kabel pra-tekannya menempel dengan beton. Air laut sebaiknya tidak digunakan untuk beton yang ditanami aluminium di dalamnya, beton yang memakai tulangan atau yang mudah mengalami korosi pada tulangan akibat perubahan panas dan lingkungan yang lembap.

d. Air gula

Sejumlah kecil gula, 0,03 sampai 0,15 % berat semen, umumnya memperlambat pengikatan semen. Batas atas bervariasi dengan jenis semen.

Kekuatan 7 hari dapat dikurangi sementara kekuatan 28 hari dapat dinaikkan.

Ketika jumlah gula bertambah sampai 0,20% berat semen, pengikatan umumnya bertambah cepat. Gula dalam kadar 0,25% atau lebih berat semen dapat menyebabkan pengikatan yang cepat dalam pengurangan kekuatan 28 hari.

Kurang dan 500 ppm gula dalam air umumnya tidak memberikan

pengaruh jelek pada kekuatan, tapi bila lebih, harus dites.

2.3.4. Zat Additif

Selain bahan penyusun utama beton (semen, air dan agregat), terkadang ditambahkan bahan lain pada campuran beton untuk tujuan tertentu. Bahan ini disebut bahan tambah atau zat additif. Biasanya zat ini digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain meningkatkan waktu ikat awal beton, menunda waktu ikat awal beton,

membuat beton yang lebih resisten terhadap pengaruh buruk ketika musim dingin, mengurangi proses bleeding pada permukaan beton, meningkatkan workabilitas, meningkatkan kuat desak beton, membuat beton kedap air, untuk meningkatkan lekatan antara dua permukaan beton, dan lain-lain

Biasanya perubahan yang dihasilkan dalam campuran beton dengan penggunaan zat additif adalah pada proses hidrasi, pembebasan panas, bentukan pori, dan pembentukan struktur. Karena zat additif juga biasanya memiliki pengaruh humk, maka penggunaannya harus dievaluasi secara hati-hati sebeJurn digunakan, berdasarkan komposisi utama, data teknis, dan pemeriksaan campuran

Saat ini zat additifersedia dalam berbagai jenis dan merk sehingga sulit untuk diklasifikasikan. Selain itu, dengan banyaknya unsur pokok dan proporsi dari zat additif yang tidak diketahui secara luas biasanya infonnasi didapat hanya berdasarkan yang diberikan oleh supplier.

Bahan tambah Additon HE adalah bahan campuran untuk beton atau semen yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mempercepat waktu pengerasan beton, membuat beton bermutu tinggi dan membuat beton kedap air secara permanen. Civil Engineeeing Materials" yang mengacu pada Rixom (1978) dan The Concrete Society Technical Report No.18 (1980) zat additif dibedakan menjadi beberapa tipe yang dijelaskan pada tabel 3.1. namun selain jenis yang ada dalam tabel tersebut, masih banyak jenis zat additif lainnya seperti coloring agents, gas forming agents, pozzolan, serat, dan lain-lain.

Tabel 2.3.4. Tipe-tipe zat additif

Tipe	Komposisi Utama	Tindakannya dengan beton	Kegunaan utama	Efek samping
Air Entrainers	Foaming agents seperti dari detergen sintetis kayu damar atau bubuk timah	Membentuk formasi gelembung kecil tersendiri yang stabil	Meningkatkan resisiten terhadap dingin. Digunakan pada konstruksi jalan raya atau landasan pesawat terbang	Dapat mengurangi sejumlah kekuatan beton.
Accelerators Setting	Alkalin solusi tinggi seperti at uminiurn klorida.	Waktu ikat sangat cepat	Digunakan untuk pekerjaan perbaikan darurat.	Mengurangi kekuatan beton
Acceleratvrs Setting and Hardening	Kalsium Klorida, kalsium Forma	Meningkatkan waktu ikatan dan pengerasan.	Perkembangan panas tinggi. Digunakan untuk pembetonan pada musim dingin dan pencapaian kuat tekan lebih cepat untuk perpindahan jadwal kerja yang	Meningkatkan susut kering. Mengurangi resistan terhadap serangan sulfat. Bahaya korosi oleh kalsium klorida.

			padat.	
Retarders	Lignosulphonic atau asam hidroksilat karbolixid dengan selulosa atau kanji	Menunda waktu ikatan dan pengerasan	Digunakan untuk pembetonan pada musim panas	Meningkatkan bleeding pada beberapa tipe dan meningkatkan susut kering pada yang lain
Water Reducers	Lignosulphonic atau asam hidroksilat karbolixid	Meningkatkan workabilitas atau mengurangi kebutuhan air	Digunakan untuk memfasilitasi placing atau mernberikan kekuatan dan durabilitas lebih tinggi.	Sarna seperti retarder.

Superplasticizers	Kondensasi dari sulfanat melamin formaldehida atau sulfanal naptalin formaldehida atau modifikasi lignosulphonat.	Sarna seperti water reducers tetapi lebih efektif	Sarna seperti water reducers, tetapi placement lebih cepat dan kekuatan serta daya tahan yang sangat tinggi	Meningkatkan bleeding dan tingkat kecenderungan segregasi. Meningkatkan susut
Bonding Agents	Polifinil asetat atau styryn butadina atau akrilik.	Meningkatkan kuat lekat	Untuk pekerjaan penambalan atau perbaikan.	Sejumlah reduksi pada kuat tekan
Water Repeller	Sabun atau mineral metal dan turunan dan minyak sayur.	~fengurangi penneabilitas	Mencegah absorpsi air hujan	

Dari tabel tipe-tipe zat additif di atas dan berdasarkan keterangan yang ada pada brosur, zat additif merk Additon H.E termasuk ke dalam accelerators setting and hardening dan water reducers.



2.3.4.1. Accelerators setting and hardening

Akselerator yang paling lazim digunakan adalah kalsium klorida (CaCl_2), tetapi banyak material lain yang juga digunakan antara lain larutan karbonat, silikat, fluosilikat, dan triethanolamin. Kalsium klorida harus ditambahkan ke dalam campuran dalam bentuk larutan dengan melarutkannya pada sebagian air dan harus dibatasi tidak boleh lebih dari dua persen dari berat semen. Jika zat ini ditambahkan pada beton dalam bentuk kering, semua partikel kering tidak bisa seluruhnya larut selama proses pencampuran, dengan hasil bagian yang tidak larut dapat "keluar" atau membentuk bintik hitam pada beton yang telah mengeras.

Penambahan yang kurang dari dua persen pada campuran tidak berefek korosi yang signifikan pada beton bertulang, memberikan kualitas yang tinggi pada beton. Hal ini tentu saja meningkatkan ketahanan beton pada erosi dan abrasi. Di sisi lain, penyusutan beton ketika mengalami kekeringan juga dapat ditingkatkan.

Penggunaan kalsium klorida atau zat aditif yang mengandung larutan klorida tidak direkomendasikan untuk beton prategang karena kemungkinan resiko korosi. Hal ini juga mengakibatkan korosi serius pada aluminium yang melekat pada baja, khususnya jika aluminium terkontak pada baja dan betonnya dalam keadaan basah. Oleh karena itu kalsium klorida tidak boleh digunakan pada lapisan baja yang terkontak secara permanen dengan beton. Juga, kalsium klorida tidak boleh digunakan pada beton yang tersubyek pada reaksi agregat alkali atau terbuka pada anoda atau air yang terkontaminasi sulfat, dengan tujuan menghindari menurunnya ketahanan beton pada serangan sulfat

Akselerator yang terbuat dari bahan kimia lain diproduksi dengan berbagai nama atau merk dagang, yang sesuai dengan standar yang dikeluarkan. Beberapa diantaranya berbentuk bubuk nonhigroskopis, dan yang lain berbentuk larutan konsentrasi. Karena tidak mengandung klorida, maka dapat digunakan pada lekatan yang berpotensi korosi atau baja prategang.

Beberapa akselerator juga dapat digunakan (bila perlu) ketika beton terkontak dengan selimut baja atau besi yang melapisi baja, dimana hal ini penting untuk menghindari korosi. Beberapa akselerator mengandung fluosilikat dan triethanolamine yang menghasilkan efek akselerasi yang jelas. Ada yang berkemampuan mereduksi waktu selama beton tetap plastis hingga kurang dari 10 menit. Contohnya Sterson's Quicksets yang ditambahkan ke semen Portland dapat membuat waktu ikut awal hanya dalam beberapa menit. Hal ini membuat tipe akselerator ini berguna untuk membuat semen penyumbat untuk menghentikan kebocoran tekanan udara.

2.3.4.2. Water reducer

Zat ini berbahan dasar lignosulphonic dan asam hidroksilat-karboksilat, yang memberikan efek meningkatkan disperse (penyebaran) dari partikel semen, mengakibatkan reduksi dari viskositas (kekentalan) beton. Efek ini bekerja dalam tiga cara. Pertama, meningkatkan workabilitas sesuai faktor air semen dan kekuatan nominalnya, hal ini memberikan kemudahan dalam meneetak dan memadatkan beton. Kedua, meningkatkan kekuatan beton tanpa tambahan semen²³ untuk mengurangi kebutuhan air pada campuran, hal ini menghasilkan beton bermutu tinggi. Ketiga, mengurangi kebutuhan semen dengan faktor air semen tetap, hal ini

mengurangi biaya dari campuran. Reduksi dari kebutuhan semen akan menghasilkan suhu maksimum yang lebih rendah dan mengurangi resiko shrinkage cracking (susut retak).

Efektifitas dari water reducers diberikan dengan dosis tergantung pada tipe semen, gradasi agregat, proporsi campuran, dan suhu. Pada dosis normal, pengurangan air dan semen dapat mencapai 10 %.

2.3.4.3. Tipe zat additif menurut SK SNI 03-2491-2002

Menurut SK sni-03-2834-2000 (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton), bahan kimia tambahan dapat dibedakan menjadi lima jenis :

- a. Bahan kimia tambahan untuk mengurangi jumlah air yang dipakai. Dengan pemakaian bahan ini diperoleh adukan dengan faktor air semen lebih rendah pada nilai kekentalan yang sama, atau diperoleh kekentalan adukan lebih encer pada faktor air semen sama
- b. Bahan kimia tambahan untuk memperlambat proses ikatan beton. Bahan ini digunakan misalnya pada satu kasus dimana jarak antara tempat pengadukan beton dan tempat penuangan adukan cukup jauh, sehingga selisih waktu antara mulai pencampuran dan pemadatan lebih dari 1jam.
- c. Bahan kimia tambahan untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Bahan ini digunakan jika penuangan adukan dilakukan di bawah permukaan air, atau pada struktur beton yang

memerlukan waktu penyelesaian segera, misalnya perbaikan landasan pacu pesawat udara, balok prategang, jembatan, dan sebagainya.

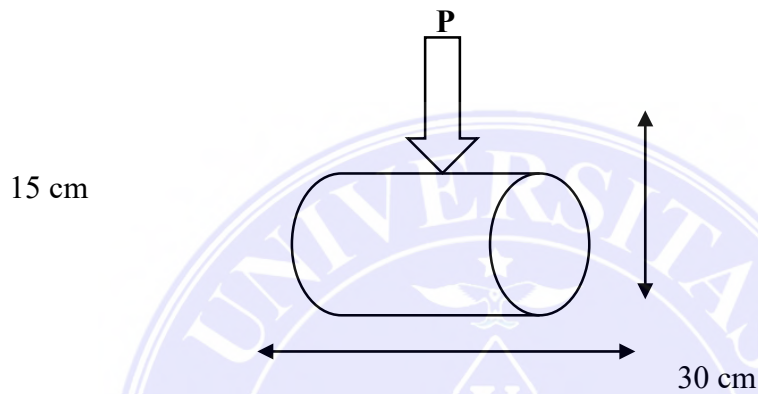
- d. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan memperlambat proses ikatan
- e. Bahan kimia tambahan berfungsi ganda, yaitu untuk mengurangi air dan mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Selain lima jenis di atas, ada dua jenis lain yang lebih khusus, yaitu :
 - a. Bahan kimia tambahan yang digunakan untuk mengurangi jumlah air campuran sampai sebesar 12 persen atau bahkan lebih, untuk menghasilkan adukan beton dengan kekentalan sama (air dikurangi sampai 12% lebih namun adukan beton tidak bertambah kental).
 - b. Bahan kimia tambahan dengan fungsi ganda, yaitu mengurangi air sampai 12% atau lebih dan memperlambat waktu ikatan awal.

Dari paparan di atas dan berdasarkan keterangan yang ada pada brosur, zat additif merk Additon H.E termasuk ke dalam bahan tambah jenis e.

2.4 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya.

Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga Splitting Test atau Brazillian Test karena metode ini diciptakan di Brazil.(Paul Nugraha dan Antoni,2007 hal 262)



Berdasarkan SNI 03-2491-2002, nilai kuat tarik dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{2P}{ld}$$

Dimana: T= kuat tarik beton (Mpa)

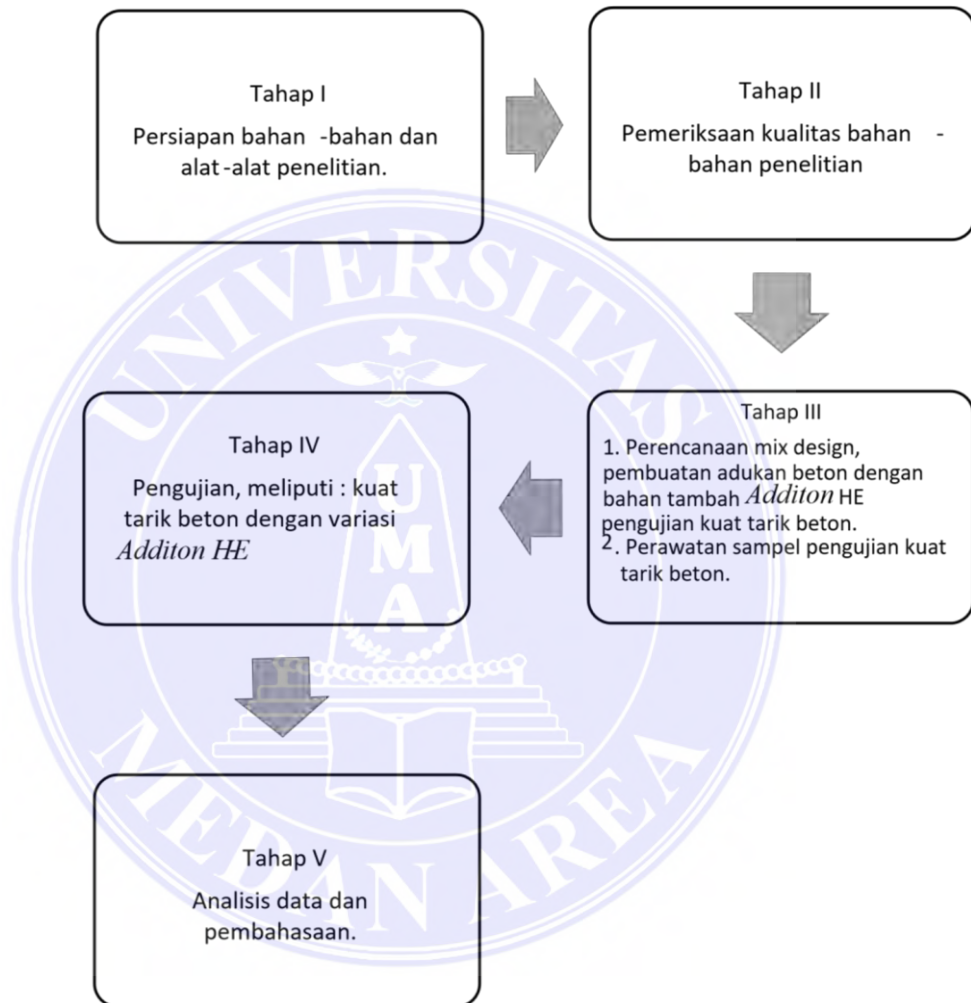
P= Beban uji maksimum (benda belah/hancur) (N)

l= panjang spesimen (mm) d= diameter spesimen (mm)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan metode penelitian dari mulai persiapan sampai dengan pengambilan kesimpulan dan saran. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Uji Keausan Agregat Kasar (SNI 2417:2008)

Cara uji ini sebagai pegangan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi los angeles. Tujuannya untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat

bahan aus terhadap berat semula dalam persen. Hasilnya dapat digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan bahan perkerasan jalan atau konstruksi beton.

3.2.1. Peralatan

Peralatan untuk pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

a) Mesin abrasi los angeles

Mesin terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter dalam 711 mm (28 inci) panjang dalam 508 mm (20 inci); silinder bertumpu pada dua poros pendek yang tak menerus dan berputar pada poros mendatar; silinder berlubang untuk memasukan benda uji; penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu; di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 89 mm (3,5 inci).

b) Saringan No.12 (1,70 mm) dan saringan-saringan lainnya.

c) Timbangan dengan ketelitian 0,1% terhadap berat contoh atau 5 gram

d) Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1 27/32 inci) dan berat masing-masing antara 390 gram sampai dengan 445 gram.

e) Oven yang dilengkapi dengan pengatur temperatur untuk memanasi sampai dengan $110^{\circ}\text{C} \pm$

3.2.2. Sampel

Hal yang perlu dilakukan dalam penyiapan sampel adalah sebagai berikut:

- a) Sampel harus bersih. Bila sampel masih mengandung kotoran, debu, bahan organik atau terselimuti bahan lain, maka sampel harus dicuci dan keringkan pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
- b) Sampel adalah agregat yang tertahan di saringan no 3/8 dan saringan no $\frac{1}{2}$
- c) Sampel yang tertahan di masing-masing saringan ditimbang sebanyak 2500 gram.

3.2.3. Prosedur Pelaksanaan

Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a) Sampel dan benda uji dimasukkan ke dalam mesin Abrasi Los Angeles
- b) Mesin diputar dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm, jumlah putaran sebanyak 110 ± 1 putaran.
- c) Setelah selesai pemutaran, keluarkan sampel dari mesin kemudian saring dengan saringan No. 12 (1,70 mm).
- d) Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap. Kemudian ditimbang dengan ketelitian 5 gram.

3.3. Benda Uji

Benda uji design secara teoritis yang mengacu pada Standart Nasional Indonesia

(SNI 03-2834-2000) tentang cara Pembuatan Beton Normal. Mutu beton yang disyaratkan untuk benda uji silinder adalah $f'c = 8,78$ Mpa. Benda uji berbentuk silinder \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pada pengujian ini, benda uji dibuat dari tiga komposisi :

- a. Menggunakan Batu Pecah (spill)
- b. Menggunakan Semen Andalas
- c. Menggunakan pasir

3.4. Persiapan Penelitian

Sebelum pembuatan benda uji dilakukan, perlu dipersiapkan dahulu material-material yang diperlukan dan alat-alat yang akan digunakan. Semua material dibawa ke dalam laboratorium. Sebelum digunakan kerikil dicuci dulu untuk menghilangkan debu dan kotoran lainnya, kerikil dan pasir tersebut dijemur dahulu agar kandungan air yang terdapat dalam pasir dan kerikil menguap. Sehingga kerikil dan pasir yang digunakan saat pencampuran nanti dalam keadaan kering atau rendah kadar air. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sudah ada tersedia di Laboratorium Beton Fakultas Teknik POLMED.

Alat-alat tersebut antara lain:

Cetakan silinder, molen (alat pencampur semen otomatis), skrap, perojok, kerucut abrams, satu set saringan, sendok semen, penggaris ukur, pan besar dll

3.5. Penelitian Di Laboratorium

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yakni tahap perencanaan, tahap persiapan, tahap pembuatan benda uji, tahap perawatan dan terakhir tahap pengujian kuat tarik benda uji. Kekuatan beton rencana untuk penelitian ini adalah

8,78 Mpa. Ada dua macam benda uji yang akan di teliti yaitu Beton dengan 0 cc Additon HE dan Beton dengan 5 cc Additon HE, Total banyaknya benda uji yang akan dibuat adalah 24 silinder (diameter 15 cm; tinggi 30 cm). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton FT.POLMED beserta pengujian kuat tarik setelah benda uji berumur 7,14 dan 28 hari.

3.5.1. Persiapan Alat

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Saringan (ayakan)

Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi agregat.

b. Timbangan

Timbangan digunakan untum menimbang material dan sampel.

c. Talam

Talam digunakan untuk mengeringkan agregat.

d. Tongkat pemadat

Digunakan untuk memadatkan material dalam cetakan silinder.

e. Sikat

Digunakan untuk membersihkan ayakan dari agregat yang menempel.

f. Sekop

Digunakan sebagai pengangkut campuran beton kedalam cetakan.

g. Molen

Digunakan untuk mengaduk campuran agar tercampur secara merata.

h. Kerucur Abrams

Digunakan untuk pengujian nilai slump

i. Cetakan silinder

Digunakan sebagai wadah untuk mencetak sampel pengujian.

j. Bak rendam

Digunakan untuk merendam sampel silinder untuk perawatan.

k. Mesin uji kuat

Digunakan untuk menguji kuat tarik maksimum benda uji.

3.5.2. Persiapan bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Semen Portland, digunakan sebagai bahan ikat hidrolis untuk pembuatan beton. Semen yang digunakan dalam uji coba adalah merek semen
- b. Agregat Halus (pasir), digunakan sebagai bahan pengisi beton.
- c. Agregat Kasar (kerikil), digunakan sebagai bahan pengisi beton. Agregat kasar yang digunakan yaitu yang berdiameter maksimum 10mm dan 20mm.
- d. Air digunakan sebagai bahan pereaksi semen portland yang juga berfungsi sebagai pelumas adukan beton. Air yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah air yang telah terpenuhi persyaratannya misalnya bersih, tidak berbau, dan tidak terkandung zat-zat lain yang dapat mengurangi kekuatan beton.
- e. Zat Additon He di gunakan sebagai bahan camouran beton atau semen untuk mempercepat waktu pengerasan beton, membuat beton bermutu tinggi dan membuat beton kedap air secara permanen.

3.6. Pengujian Pasir (Calorimeter Test)

Pengujian agregat terdiri dari pemeriksaan kandungan lumpur dan kotoran organis yang terkandung dalam agregat, analisa saringan, analisa kadar air, berat jenis dan penyerapan air. Tujuan dari pemeriksaan kandungan lumpur dan kotoran organis pada agregat adalah untuk menentukan banyaknya kandungan butiran yang lebih kecil dari 50 mikron (lumpur) yang terdapat dalam agregat dan menentukan persentase zat organis yang terkandung dalam agregat. Tujuan dari analisa saringan untuk menentukan modulus kehalusan pasir, yaitu harga yang menyatakan tingkat kehaluan agregat.

Pemeriksaan kadar air agregat bertujuan untuk menentukan persentase air yang terkandung dalam agregat. Sedangkan tujuan dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat adalah untuk menentukan berat jenis dan persentase air yang diserap agregat, dihitung terhadap berat kering. Pada pemeriksaan kadar air, berat isi dan berat jenis dilakukan dalam kondisi SSD. Kadar air asli adalah kandungan air pada agregat dalam keadaan normal. Sedangkan kadar air SSD adalah kandungan air pada kondisi agregat jenuh kering permukaan.

Cara-cara memeriksa sifat-sifat pasir :

- a. Untuk mengetahui kandungan tanah liat pada pasir dilakukan dengan cara meremas atau menggemgam pasir dengan tangan. Bila pasir masih terlihat terkumpul dan kotoran tertempel ditangan, berarti pasir banyak mengandung lumpur.
- b. Pengujian kandungan lumpur dapat pula dilakukan dengan mengisi gelas dengan air, kemudian masukkan sedikit pasir kedalam gelas. Setelah diaduk

dan didiamkan beberapa saat maka bila pasir mengandung lumpur, lumpur akan terlihat mengendap di atasnya.

- c. Pemeriksaan kandungan lumpur dapat pula dilakukan dengan cara memasukkan pasir ke dalam larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 3%. Setelah diaduk dan didiamkan selama 24 jam. Warnanya dibandingkan dengan warna pembanding.

3.7. Analisa Ayakan Agregat Halus

Tujuannya untuk mengetahui distribusi partikel agregat halus (pasir) dengan cara pengayakan agar dapat diketahui baik atau tidaknya pasir tersebut sebagai campuran beton.

Prosedur analisa ayakan pasir yaitu sebagai berikut:

- 1) Sediakan pasir yang telah kering
- 2) Lalu timbang pasir sebanyak 2000 gram
- 3) Susun ayakan menurut urutan dengan nomor saringan terbesar diatas sampai saringan terkecil dibawah.
- 4) Kemudian masukkan sampel yang sudah ditimbang tersebut pada saringan dan susunan saringan dipasang ke alat pengayak listrik
- 5) Ayak pasir dengan alat pengayak selama 5 menit sampai pasirnya benarbenar terpisahkan dari setiap saringan.
- 6) Kemudian timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.

3.8. Analisa Ayakan Agregat Kasar (kerikil)

Tujuannya untuk mengetahui partikel agregat kasar (kerikil) dengan cara pengayakan agar dapat diketahui baik atau tidaknya kerikil tersebut sebagai campuran beton.

Prosedur analisa ayakan kerikil yaitu sebagai berikut:

- 1) Sediakan alat dan bahan yang diperlukan dan bersihkan, susun ayakan menurut nomor kecil dibawah dan nomor besar paling atas.
- 2) Sediakan sampel kerikil sebanyak 2000 gram
- 3) Kemudian masukkan ke dalam ayakan paling atas dan letakkan ayakan ke mesin pengayak listrik
- 4) Lakukan pengayakan selama 5 menit
- 5) Setelah selesai pengayakan, kerikil yang tertahan di masing- masing ayakan ditimbang

3.9.Perancangan Campuran Beton (Mix Design Concerete)

Langkah-langkah pokok perencanaan adukan beton normal menurut metode Standart Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) tentang cara pembuatan beton normal adalah:

1. Ambil kuat tarik beton yang di syaratkan pada umur tertentu.
2. Hitung standart Deviasi (sd)
3. Hitung nilai margin
4. Hitung kuat tarik beton
5. Tetapkan jenis semen

6. Tentukan jenis agregat:
 - Agregat kasar ditetapkan batu pecah (split)
 - Agregat halus ditetapkan alami

7. Tentukan faktor air semen

Faktor air semen yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan didasarkan:

- Tentukan nilai kuat tarik pada umur 28 hari, sesuai dengan semen dan agregat yang dipakai.
- Lihat grafik benda uji berbentuk silinder
- Tarik tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,58 sampai memotong kurva kuat tarik yang ditentukan pada sub butir 1 diatas
- Tarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional
- Tarik garis mendatar melalui nilai kuat tarik yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas
- Tarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan.

8. Tetapkan faktor air semen maksimum (dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak). Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 diatas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka diperoleh yang terendah:

Faktor air semen maksimum yang ditetapkan 0,58.

9. Tetapkan slump:

Slump ditentukan (dari tabel 3), 60-180 mm.

10. Tetapkan ukuran agregat maksimum

11. Tentukan nilai kadar air bebas dilihat dari tabel 3

12. Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan

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

15. Tentukan susunan butir agregat halus

Berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan) agregat halus yang dipakai dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah yaitu daerah Gradasi pasir (kasar) No.1, Gradasi Pasir (sedang) No.2, Gradasi Pasir (agak halus) No.3 dan Gradasi Pasir daerah N0.4

16. Tentukan susunan agregat kasar

Batas gradasi kerikil atau koral diklasifikasikan menjadi 3 batas yaitu: 10 mm, 20 mm, 40 mm

17. Tentukan persentase pasir dengan perhitungan, dengan diketahui ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10. Slump menurut butir 9, factor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik. Jumlah ini

adalah jumlah seluruhnya dari pasir atau fraksi agregat yang lebih halus dari 5mm. Dalam agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia seringkali dijumpai bagian yang lebih halus dari 5 mm dalam jumlah yang lebih dari 5 %. Dalam hal ini maka jumlah agregat halus yang diperlukan harus dikurangi.

18. Tentukan berat isi beton menurut grafik 16 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan pada tabel 3.

19. Hitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.

$$2400 - 441,176 - 225 = 1733,824 \text{ kg/ m}^3$$

20. Hitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir dengan agregat gabungan.

$$42 \% \times 1733,824 = 728,206 \text{ kg/m}^3$$

21. Hitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan dikurangi kadar agregat halus

$$1733,824 \times 58\% = 1005,61 \text{ kg/m}^3$$

22. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.

3.9.1. Pembuatan Benda Uji

Pengecoran untuk pembuatan benda uji dilakukan dengan menggunakan alat pengaduk. Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji adalah:

1. Bahan dan alat yang akan digunakan telah disiapkan terlebih dahulu agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi penearian yang akan mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk ke dalam cetakan
2. Bahan tambah Additon H. E, dengan ketentuan dosis 120 cc per 50 kg semen
3. Mempersiapkan bahan-bahan campuran adukan beton yaitu semen, pasir, dan kerikil.
4. Dilakukan pemeriksaan terhadap bahan campuran yaitu: pasir, kerikil, semen dan air. Masing-masing bahan harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.
5. Masing-masing bahan ditimbang menurut beratnya sesuai dengan berat masing-masing bahan yang diperlukan menurut perhitungan volume campuran.
6. Siapkan cetakan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. olesi cetakan dengan oli
7. Mempersiapkan alat pengukur nilai slump, sekop, pan dan alat-alat lainnya.
8. Pasir dan semen dimasukkan kedalam pan untuk diaduk
9. Lalu kerikil dimasukkan untuk diaduk sampai merata adukannya.
10. Kemudian air dimasukkan perlahan lahan bersamaan dengan campuran zat additon HE sesuai dengan takaran yang di butuhkan.

11. Setelah material tercampur dengan merata, selanjutnya adalah pengukuran nilai slump dengan cara memasukkan beton segar kedalam kerucut Abrams. Pertama lapisan diisi $\frac{1}{3}$ bagian lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata. Kemudian isi $\frac{2}{3}$ bagian lalu dirojok kembali lalu isi penuh rojok kembali. Setelah selesai pengerojokan ratakan permukaannya. Lalu cetakan ditarik tegak lurus ke atas dengan hati-hati. Letakkan kerucut Abrams dengan posisi terbalik disamping benda uji dan ukur selisih tinggi kerucut Abrams dengan benda uji.
12. Setelah dapat nilai slump, berarti adukan beton segar sudah dapat dituangkan kedalam silinder. Adukan beton segar dimasukkan secara berlapis kira-kira $\frac{1}{3}$ isi cetakan lalu dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali secara merata. Kemudian isi $\frac{2}{3}$ bagian lalu dirojok kembali lalu isi penuh rojok kembali. Setelah selesai ratakan permukaan benda uji.
13. Diamkan benda uji selama 24 jam dalam cetakan.
14. Setelah 24 jam, buka cetakan silinder dan lanjutkan dengan perawatan beton dengan cara merendam benda uji selama beberapa hari sesuai dengan umur beton yang sudah ditetapkan, benda uji harus dijaga dari tetesan air atau aliran air dari luar. Kelembapan beton harus dijaga agar proses hidrasi semen dapat terjadi dengan wajar dan berlangsung dengan sempurna.
15. Dua hari sebelum pengujian kuat tarik beton, benda uji yang direndam dikeluarkan dari bak perendaman, dan diangin-anginkan.

16. Dilakukan pengujian kuat tarik dan kuat tarik beton dengan menggunakan mesin kompres yang berada di lab beton Universitas Politeknik Negeri

Medan. Sesuai dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.



Gambar 3.3 Contoh Percetakan Benda Uji (Laboratorium 2023)

3.9.2. Perawatan Benda Uji

Setelah 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan silinder, kemudian direndam dalam bak perendaman selama 7, 14 dan 28 hari.

Perawatan beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembapan permukaan beton harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan pasir) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembapan juga menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

Beberapa cara perawatan beton yang biasa dilakukan adalah:

- a. Menaruh beton segar didalam ruangan yang lembab
- b. Menaruh beton segar diatas genangan air
- c. Menaruh beton segar didalam air



Gambar 1 Perawatan Benda Uji (Laboratorium, 2023)

3.10. Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian kekuatan pengujian kuat tarik beton.

3.10.1. Pengujian Kuat Tarik Beton

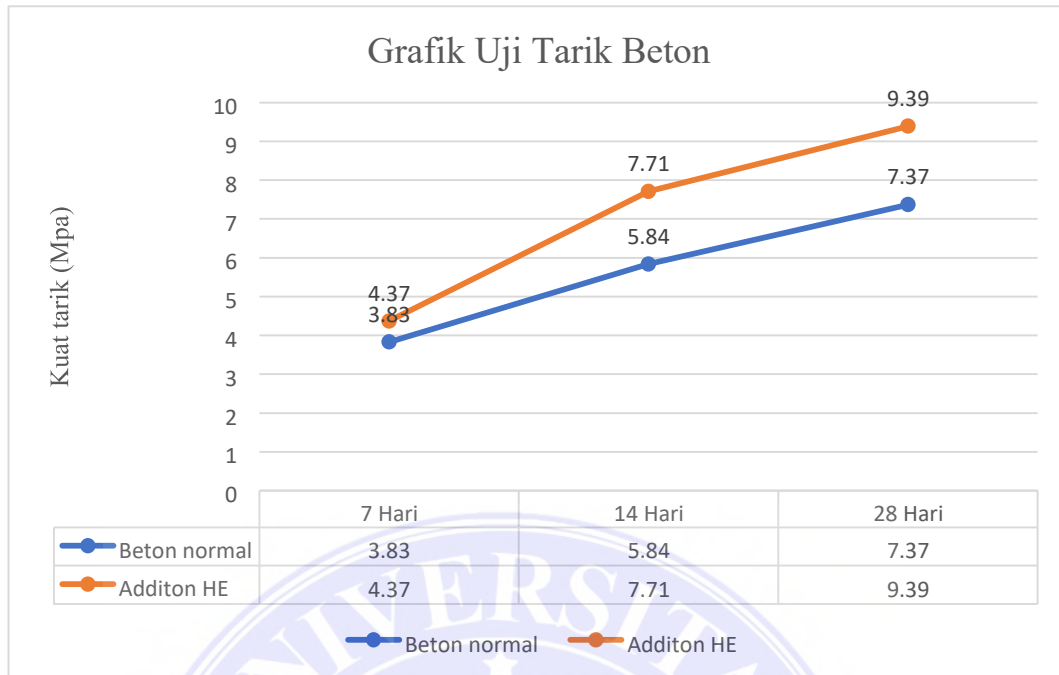
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tarik beton yang telah mengeras selama 7, 14, 28, hari untuk setiap variasi beton masing-masing berjumlah 3 buah dengan benda uji berbentuk silinder.

Adapun proses pengujian kuat tarik belah adalah sebagai berikut:

1. Benda Uji dikeluarkan dari bak perendam dan diletakkan di tempat kering kemudian didiamkan selama 1 hari agar benda uji telah benar-benar kering saat diuji.
2. Timbang berat benda uji

3. Benda uji diletakkan secara sentries atau tepat di tengah-tengah alat penekan Compression Machine yang telah dipasang alat splitting test sebelumnya.
4. Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban secara konstan melalui tuas pompa.
5. Lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah dimana jarum penunjuk skala beban tidak naik lagi dan catatlah angka yang ditunjukkan jarum penunjuk





Grafik 4.4 menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tarik beton dengan menggunakan 0 cc Additon HE atau grafik berwarna biru pada umur 7 hari sebesar 3,83 MPa, pada umur 14 hari sebesar 5,84 Mpa dan 28 hari sebesar 7,37 Mpa dan Kuat tarik beton dengan menggunakan 5 cc additon HE atau grafik berwarna orange pada umur 7 hari sebesar 4,37 MPa, pada umur 14 hari sebesar 7,71 Mpa dan 28 hari sebesar 9,39 Mpa.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 5.1.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang tinjauan kuat tarik beton dengan menggunakan bahan tambah Additon HE dapat disimpulkan bahwa :

- Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan membandingkan sampel campuran beton yang menggunakan bahan Additon H.E dengan 0 cc s/d 5 cc per 2 kg semen memperoleh hasil kekuatan tarik beton semakin meningkat dari campuran beton tanpa bahan Additon H.E.
- Dari hasil pengujian kuat tarik beton dapat menunjukkan bahwa kekuatan tarik beton pada umur 7 hari yang dicapai antara lain: Additon H.E sebesar 0 cc hasil kuat tarik 3,83 Mpa, Additon H.E sebesar 5 cc hasil kuat tarik 4,70 Mpa, dan kekuatan tarik beton pada umur 14 hari yang dicapai antara lain: Additon H.E sebesar 0 cc hasil kuat tarik 5,84 Mpa, Additon H.E sebesar 5 cc hasil kuat tarik 7,70 Mpa, dan kekuatan tarik beton pada umur 28 hari yang dicapai antara lain: Additon H.E sebesar 0 cc hasil kuat tarik 7,37 Mpa, Additon H.E sebesar 5 cc hasil kuat tarik 9,39 Mpa.
- Dari hasil pengujian kuat tarik ini sudah terlihat bahwa dengan menggunakan zat Additon HE dapat meningkatkan mutu beton yang dimana beton yang menggunakan Additon HE yang berumur 14 hari sudah dapat menyamai mutu beton biasa yg berumur 28 hari.

5.2. Saran

Adapun saran-saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

- Dari penelitian ini menggunakan zat Additon HE cukup memakan banyak biaya untuk proyek yang besar, tapi baik untuk penggunaan beton.
- Diharapkan untuk penelitian selanjutnya perlu diteliti di atas umur 28 hari.

- Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk meneliti campuran additon HE dengan 1cc, 2cc, 3cc, 4cc, dan supaya dapat melihat sedetail mungkin efek dari additon HE.



DAFTAR PUSTAKA

Murdock, L.J, M. Brock. 1999. Bahan dan Praktek Beton. Jakarta : Erlangga.

Paul, Nugraha dan Antoni. 2007. Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan Ke Beton Kinerja Tinggi. Surabaya : Penerbit Andi.

Mulyono, Tri. 2005. Teknologi Beton. Yogyakarta : Penerbit Andi.

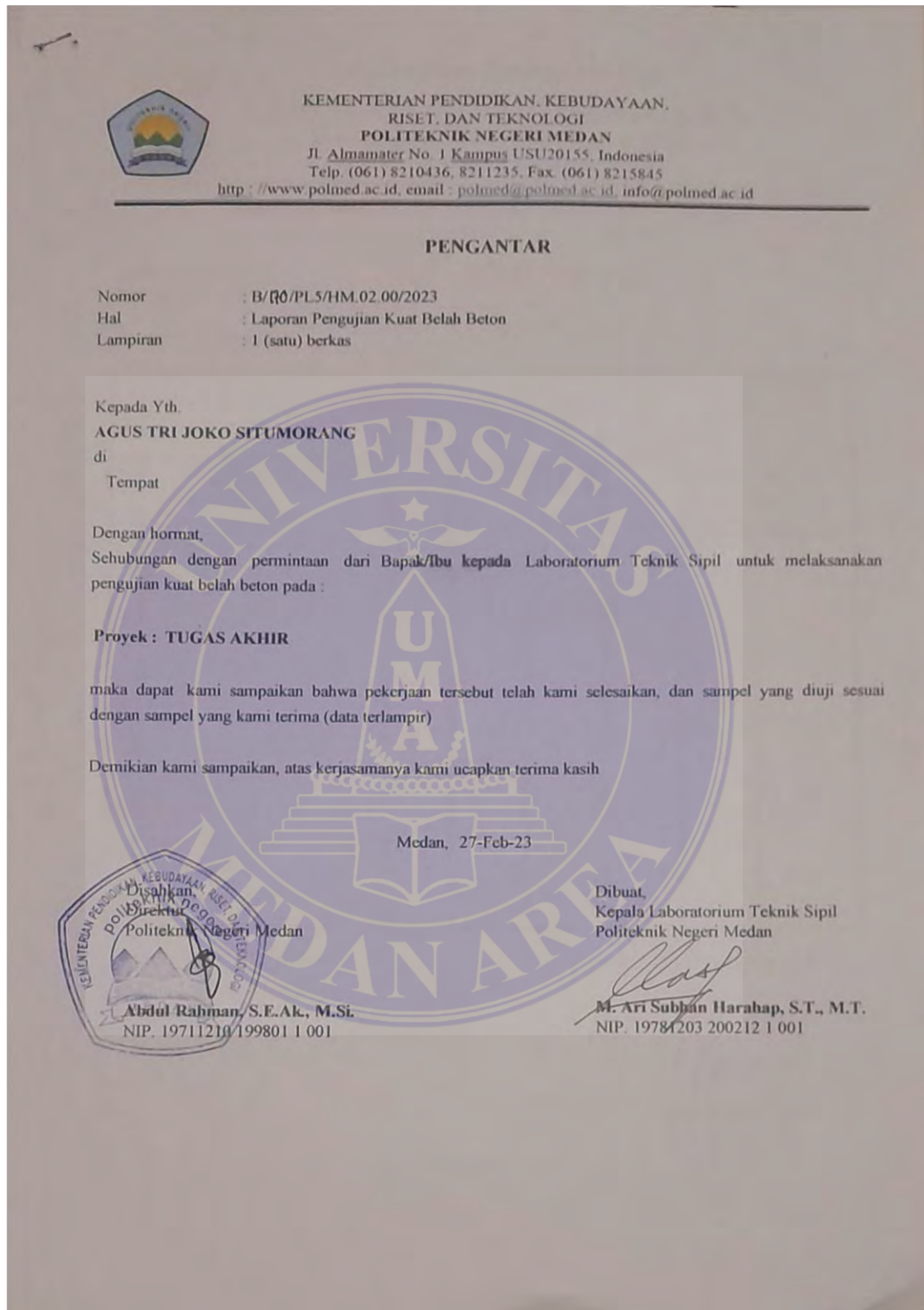
Standart Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

Standart Nasional Indonesia (SNI 03-1974-1990). Metode Pengujian Kuat Tarik Beton.

Standart Nasional Indonesia (SNI 2417: 2008). Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta : Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.

LAMPIRAN



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)



Gambar : Benda Uji Yang Sudah Di Uji (Laboratorium 2023)