

BAB III

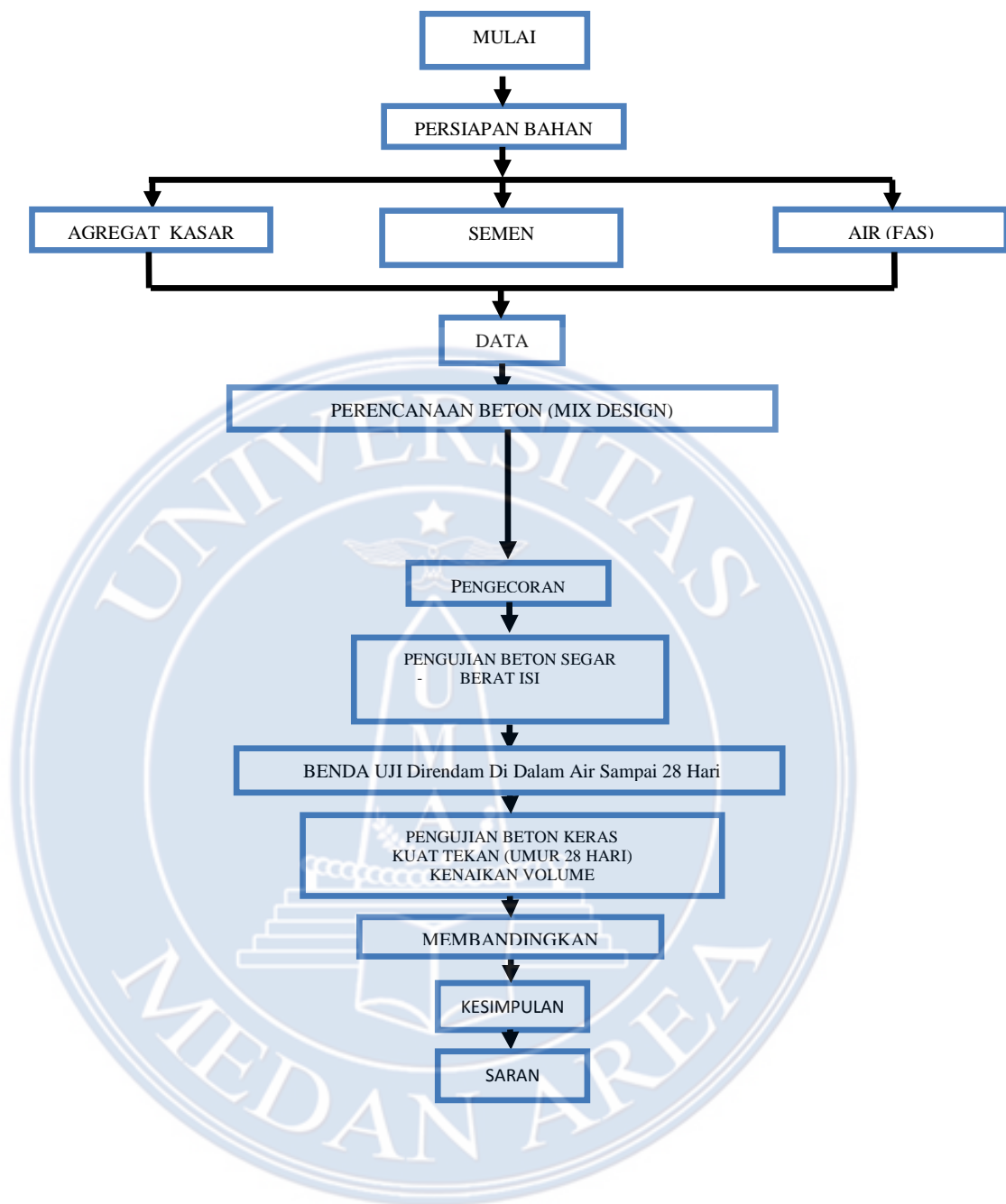
METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton UPT. Pengujian Dan Pengendalian Mutu Dinas Binamarga Provsu. Objek dalam penelitian ini adalah beton non pasir dengan tambahan Natrium bikarbonat(Baking Powder) dengan variasi campuran 0%, 0,5%, 1%, 1,5% . Sedangkan pengujian kuat tekan dan analisis kenaikan volume beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

Secara umum urutan tahap penelitian meliputi:

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



Gambar. 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Persiapan Bahan dan Peralatan

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah:

1. Semen
 - Jenis : *Portland Cement* (PC)
 - Tipe : I (Satu)
2. Agregat Kasar
 - Jenis : Batu Pecah
 - Asal : Patumbak PasarV, Deli Serdang
3. Air
 - Jenis : PAM (Air Laboratorium Beton)
 - Sumber : Lab.UPT Pengujian dan Pengendalian Mutu Dinas Binamarga Provsu.
4. Bahan Tambah
 - Jenis : Natrium Bikarbonat (Baking Powder)
 - Sumber : Toko Kue (Jln.Sukaramai, Medan)

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Mesin uji tekan beton
2. Mesin adukan beton (*Molen*)
3. Cetakan Beton berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm
4. Satu set saringan/ayakan dengan ukuran (38,1 mm; 19,1 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30mm; 0,15 mm).

5. Mesin penggetar/vibrator
6. Kuas
7. Cawan baja
8. Spatula
9. SSD set test
10. Botol le chatelir
11. Oven
12. Timbangan Gelas ukur
13. Mistar
14. Cangkul, cethok dan talam
15. Alat angkut
16. Bak perawatan beton

3.3 Pemeriksaan Material

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

1. Tujuan Percobaan
 - a. Mengetahui gradasi/distribusi kerikil
 - b. Menentukan modulus kehalusan (fineness modulus) kerikil.
2. Peralatan
 - a. 1 set ayakan
 - b. *Sieve shaker machine*
 - c. Timbangan
 - d. Sampel splitter
 - e. Sekop

3. Bahan

Kerikil sebanyak 2000 gram

4. Prosedur percobaan

- a. Sediakan 2 (dua) sampel kerikil dengan berat masing-masing 2000 gram dengan menggunakan sampel splitter.
- b. Masukkan kerikil kedalam ayakan yang telah disusun sesuai dengan urutannya (38,1 mm; 19,1 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30mm; 0,15 mm dan pan).
- c. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *sieve shaker machine*, kemudian nyalakan mesin selama 10 menit.
- d. Setelah 10 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing masing ayakan tersebut.
- e. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.

5. Rumus

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

Keterangan:

FM = Fineness Modulus

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

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

6. Hasil percobaan

Modulus kehalusan kerikil (FM) = 7,32

Kerikil dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

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

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

- e. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada *dunagan test set* sampai jarum menunjukkan setimbang pada saat air dalam kondisi tenang;
- f. Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD kedalam keranjang yang berisi air;
- g. Timbang berat air + Kerikil + keranjang;
- h. Keluarkan kerikil lalu dikeringkan didalam oven selama 24 jam;
- i. Timbang berat kerikil yang telah di ovenkan;
- j. Ulangi prosedur diatas untuk sampel kedua.

5. Rumus

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

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

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

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

Dimana:

A = Berat agregat dalam keadaan kering

B = Berat agregat dalam keadaan SSD

C = Berat agregat dalam air

6. Hasil percobaan

Berat jenis kering = 2,62

Berat jenis SSD = 2,64

Berat jenis semu = 2,66
absorpsi = 0,56%

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

1. Tujuan Percobaan

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

2. Peralatan

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

3. Bahan

- a. Kerikil.

4. Prosedur Percobaan

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

5. Rumus

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

Dimana:

A = Berat kerikil asli dari lapangan (gram)

B = Berat kerikil kering oven (gram)

6. Hasil Percobaan

Kadar air kerikil = 0,45%

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

1. Tujuan Percobaan

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

2. Peralatan

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

3. Bahan

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

4. Prosedur Percobaan

A. Dengan cara padat (merojok)

Cara padat (merojok) dibedakan atas :

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

Prosedur percobaannya sebagai berikut:

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil kerikil yang kering oven (110 ± 5)° C dan isikan kedalam bejana sampai 1/3 tinggi bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan. Isikan 1/3 tinggi bejana lagi sehingga menjadi 2/3 tinggi bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan. Lalu, isi bejana sampai penuh dan kemudian dirojok kembali sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan dan permukaan kerikil diratakan setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan kerikil;

- d. Keluarkan kerikil dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.

B. Dengan cara longgar

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

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

5. Rumus

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

Dimana:

P = berat isi (kg/m^3)

M = berat (kg)

V = volume (m^3)

6. Hasil Percobaan

Dengan cara longgar = 1339,39 kg/m^3

Dengan cara merojok = 1467,97 kg/m^3

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

1. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar lumpur pada kerikil.

2. Peralatan

a. Ayakan no.200;

b. Oven;

c. Timbangan;

d. Pan.

3. Bahan

a. Kerikil kering oven;

b. Air.

4. Prosedur percobaan

a. Ambil benda uji atau agregat kasar dari lapangan.

- b. Masukkan benda uji kedalam wadah dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
 - c. Guncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian kedalam susunan saringan No.16 dan No.200. Pada waktu menuangkan air cucian usahakan agar bahan agregat kasar tidak ikut tertuang.
 - d. Masukkan air pencuci baru, dan ulangi pekerjaan diatas sampai air cucian menjadi bersih.
 - e. Selain cara diatas, perhitungan kadar lumpur dapat pula dilakukan dengan meletakkan benda uji diatas ayakan no.16 dan no.200. Kemudian cuci benda uji diatas susunan ayakan tersebut pada air yang mengalir (air kran) hingga air cucian menjadi bening.
 - f. Semua bahan yang tertahan diatas saringan no.16 dan no.200 kembalikan kedalam wadah dan keringkan dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
 - g. Setelah kering timbang dan catatlah beratnya (W2).
5. Rumus

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

Dimana:

KL = Kadar lumpur agregat (%)

BM = Berat sampel mula-mula

BK = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam

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

6. Hasil penelitian

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

**3.3.6 Pemeriksaan Keausan Menggunakan mesin Pengaus Los Angeles
(SNI 03-2417-1991)**

1. Tujuan percobaan.

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

2. Peralatan

- a. Mesin Los Angeles;
- b. Oven;
- c. Pan;
- d. Ayakan no.12 (1,68 mm)
- e. Timbangan;
- f. Peluru pengaus.

3. Bahan

- a. Air;

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

4. Prosedur Percobaan

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

5. Rumus

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

Dimana;

A = Berat awal

B = Berat akhir

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

6. Hasil Percobaan

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

3.3.7 Berat isi beton segar (unit weight)

1. Tujuan Percobaan :

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

2. Peralatan :

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

3. Bahan:

Contoh beton segar sebanyak-banyaknya sama dengan kapasitas takaran.

4. Prosedur Percobaan :

- a. Siapkan peralatan seperti yang tercantum diatas.

- b. Timbang tabung silinder A gram.
- c. Ukur volumenya.
- Pengukuran volume, dapat dengan cara diukur atau diisi dengan air.
 - Dengan cara di isi air: Letakkan tabung diatas timbangan yang datar. Masukkan air kedalam tabung sampai penuh, lalu catat beratnya B gram.
 - Volume tabung dapat dihitung dengan cara mengkonversi berat air dengan berat isi air (=1 kg/liter)
 - Volume tabung = B – A (liter)
- d. Untuk pemadatan dengan tongkat pemadat lakukan sebagai berikut :
- Masukkan beton segar kedalam tabung dalam tiga lapisan yang sama volumenya. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
 - Padatkan secara dengan tongkat pemadat secara saling silang
 - Pada lapis pertama pemadatan sampai lapis bawah, tapi jangan sampai dasar tabung, pada lapis kedua dan ketiga, tongkat pemadat harus masuk sedalam 25 mm pada lapisan dibawahnya.
- e. Ratakan permukaan tabung dengan mistar perata, lalu timbang .

5. Perhitungan :

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

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

3.4 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

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

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

a. Penetapan kuat tekan beton

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

b. Penetapan nilai deviasi standar (s)

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

1. Jika pelaksana mempunyai catatan data hasil pembuatan beton serupa pada masa yang lalu, persyaratan jumlah data hasil pengujian minimum adalah 30

buah. Satu data hasil pengujian kuat tekan rata-rata diambil dari pengujian kuat tekan dua silinder yang dibuat dari contoh beton yang sama dan pengujian pada umur 28 hari atau umur lain yang ditetapkan.

2. Jika jumlah data hasil pengujian kurang dari 30 benda uji, dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor perkalian, seperti pada tabel 3.1

Tabel. 3.1 Faktor perkalian deviasi standar

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

Sumber : Wuryati samekto, 2001

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

Tabel.3.2 Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan di lapangan

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

Sumber: Wuryati samekto, 2001

4. Penetapan nilai tambah (margin = m)

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

$$m = k \times s$$

dimana : m = Nilai tambah dalam Mpa

k = konstanta yang besarnya 1.64

s = Deviasi standar dalam Mpa

c. Menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan

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

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

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

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

m = Nilai tambah (Mpa)

d. Penetapan jenis semen yang digunakan

e. Penetapan jenis agregat

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

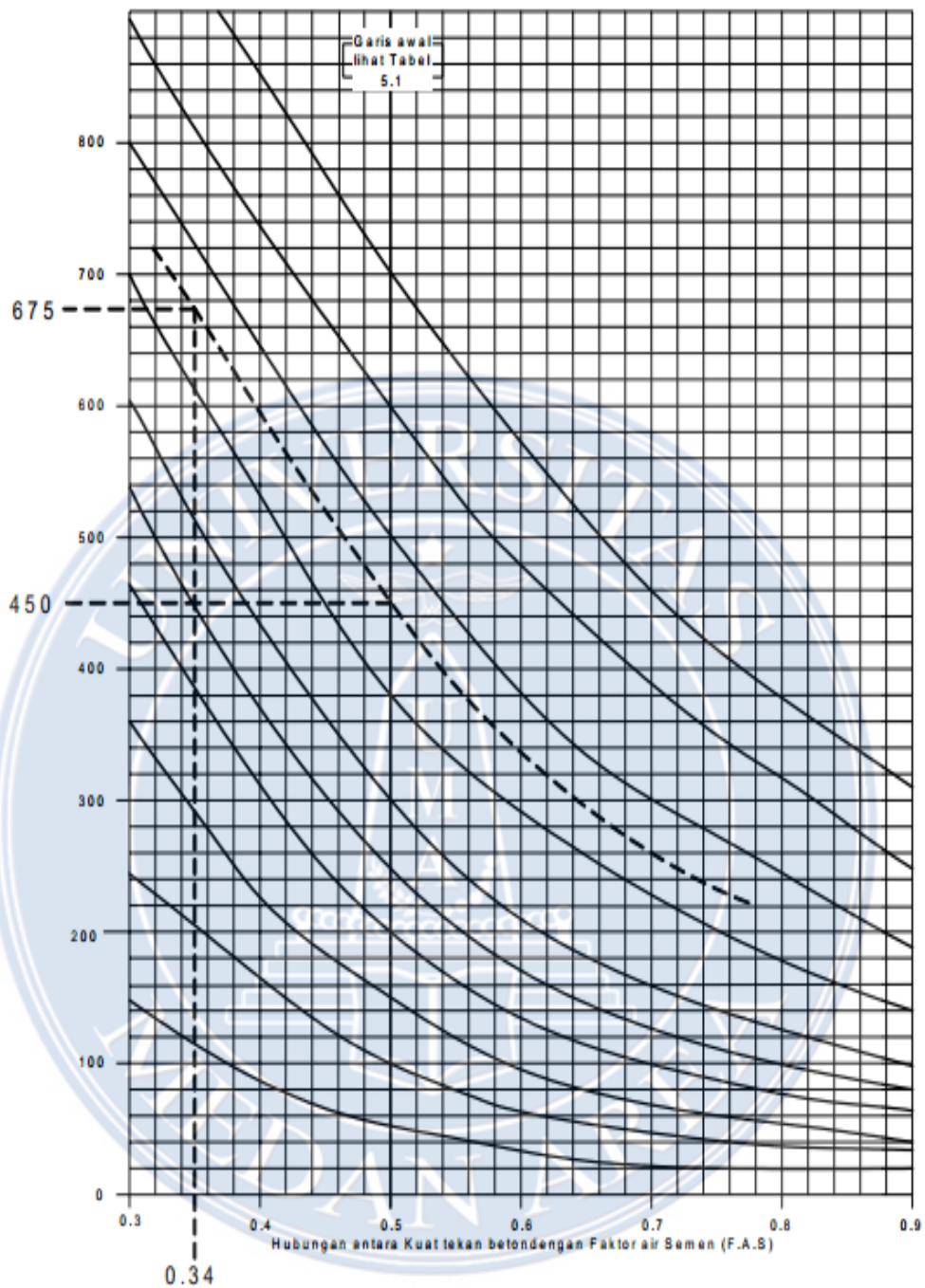
f. Penetapan faktor air semen

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

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

Langkah penetapannya dilakukan dengan cara sebagai berikut:

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



Grafik hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (FAS)

(Teknologi Beton, Trimulyono, 2003)

FAKTOR AIR SEMEN

Gambar 3.2 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm)

Sumber : SNI 03-2834-1993

g. Penetapan FAS maksimum

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

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

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

Sumber: Wuryati samekto, 2001

h. Menentukan slump

Harga slump dapat ditentukan sebelumnya atau tidak ditentukan. Penetapan nilai slump dilakukan dengan mempertimbangkan atas dasar pelaksanaan pembuatan, cara mengangkut (alat yang digunakan), penuangan

(pencetakan), pemadatan, maupun jenis strukturnya. Cara pengangkutan aduk beton dengan menggunakan pipa yang dipompa dengan tekanan, membutuhkan nilai slump yang tinggi; sedang pemadatan yang menggunakan alat getar (*triller*) dapat dilakukan dengan nilai slump yang agak kecil. Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel 3.5.

Tabel.3.5 Penetapan nilai slump

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

Sumber : Wuryati samekto,2001

i. Menetapkan ukuran agregat maksimum

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

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

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

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

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

Tabel.3.6 Perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton

Besarnya maks, agregat (mm)	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 180
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Sumber : Wuryati samekto, 2001

- k. Menetapkan berat semen yang diperlukan

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

- l. Kadar semen maksimum

Jika kadar semen maksimum tidak diperlukan, dapat diabaikan.

- m. Penentuan kebutuhan semen minimum

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

n. Faktor air semen yang disesuaikan

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

o. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah r dan kebutuhan air tiap m³ beton, maka dengan gambar 3.5 dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

Caranya adalah sebagai berikut:

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

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



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

- p. Menentukan kebutuhan agregat gabungan

Kebutuhan agregat gabungan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bag} = \text{BJb} - \text{BS} - \text{BA}$$

Dimana : Bag = Berat agregat gabungan

BJb = Berat Jenis beton

BS = Berat semen

BA = Berat Air

q. Menentukan kadar agregat halus

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

r. Kadar agregat kasar

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

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

Kadar semen tetap = A

$$\text{Air} = B - (C_m - C_a) \times C/10 - (D_m - D_a) \times D/100$$

$$\text{Agregat halus} = C + (C_m - C_a) \times C/100$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (D_m - D_a) \times D/100$$

Dimana :

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

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

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

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

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

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

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

Dikarenakan penggunaan metode ini mengharuskan adanya agregat halus, maka untuk beton non-pasir sendiri tidak memenuhi syarat tersebut, maka dari penelitian ini sendiri akhirnya menggunakan metode Eksperimental.

Kriteria dasar perancangan beton non pasir dengan menggunakan metode adalah kekuatan tekan dan hubungan dengan faktor air semen. Dari hasil perhitungan *mix design* tersebut diperoleh untuk campuran beton sebagai berikut:

Tabel 3.7 Campuran Beton

Semen	Kerikil	Air
416,67	1467,79	208,33
Perbandingan komposisi Beton:		
1	3,52	0,5

Sumber : hasil penelitian laboratorium UPTD.Dinas Binamarga Provsu 2016

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

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang kubus (s)} &= 15 \text{ cm} \\
 \text{Lebar kubus (s)} &= 15 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi kubus (s)} &= 15 \text{ cm} \\
 \text{Volume Kubus} &= S^3 \\
 &= 15^3 \\
 &= 3375 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,003375 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

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

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

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

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Massa semen} &= 0,00405 \text{ m}^3 \times 416,67 \text{ kgm}^{-3} \\ &= 1,6875 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 3.8. Komposisi Pasta dari Beton untuk satu kubus

Nama Bahan	Massa /Volume (kgm ⁻³)	Perbandingan
Semen	1,69	1
Kerikil	5,95	3,52
Air	0,84	0,5

Sumber : hasil penelitian laboratorium UPTD.Dinas Binamarga Provsu 2016

Maka untuk kubus 10 buah kubus persampel :

Contoh perhitungan :

- Untuk beton normal (tanpa menggunakan natrium bikarbonat)

$$\text{Massa semen} = 1,69 \times 10 = 16,9 \text{ kg}$$

$$\text{Massa kerikil} = 5,95 \times 10 = 59,5 \text{ kg}$$

$$\text{Massa air} = 0,84 \times 10 = 8,4 \text{ kg}$$

- Untuk beton dengan campuran natrium bikarbonat 0,5%

$$\text{Massa semen} = 1,69 \times 10 = 16,9 \text{ kg}$$

$$\text{Maka massa natrium bikarbonat} = \frac{0,5}{100} \times 16,9 \text{ kg}$$

$$= 0,0845 \text{ kg}$$

$$= 84,5 \text{ gr}$$

- Untuk beton dengan campuran natrium bikarbonat 1%

$$\text{Massa semen} = 1,69 \times 10 = 16,9 \text{ kg}$$

$$\text{Maka massa natrium bikarbonat} = \frac{1}{100} \times 16,9 \text{ kg}$$

$$= 0,169 \text{ kg}$$

$$= 169 \text{ gr}$$

- Untuk beton dengan campuran natrium bikarbonat 1,5%

$$\text{Massa semen} = 1,69 \times 10 = 16,9 \text{ kg}$$

$$\text{Maka massa natrium bikarbonat} = \frac{1,5}{100} \times 16,9 \text{ kg}$$

$$= 0,2535 \text{ kg}$$

$$= 253,5 \text{ gr}$$

Tabel 3.9. Data perbandingan komposisi benda uji beton

Persentase Natrium bikarbonat (%)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	Air (kg)	Natrium bikarbonat
0 %	59,5	16,9	8,4	-
0,5 %	59,5	16,9	8,4	84,5
1 %	59,5	16,9	8,4	169
1,5 %	59,5	16,9	8,4	253,5

Sumber : hasil penelitian laboratorium UPTD.Dinas Binamarga Provsu 2016

3.5 Pembuatan Benda Uji Kubus

Pembuatan benda uji terdiri dari 4 variasi campuran, yaitu campuran normal tanpa bahan tambahan, campuran dengan substitusi natrium bikarbonat (baking powder) 0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 % .

Sehari sebelum dilakukan pengecoran, benda uji dan bahan telah disiapkan. Kemudian ditimbang beratnya sesuai dengan variasi campuran yang ada dan diletakkan di dalam wadah yang terpisah untuk mempermudah pelaksanaan pengecoran yang dilakukan.

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

Adukan yang sudah tercampur merata, dituangkan kedalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, kemudian campuran beton dimasukkan kedalam cetakan kubus yang berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan cara dibagi dalam 3 tahapan, dimana masing-masing tahapan diisi 1/3 bagian dari cetakan kubus

lalu dipadatkan dengan cara diketuk-ketuk samping kubus dan dirojok-rojok menggunakan besi sehingga campuran semen merata.

Untuk beton dengan variasi penambahan natrium bikarbonat (baking powder) sendiri tidak jauh berbeda caranya, baking powder dicampurkan setelah air masuk kemudian molen dibiarkan beroperasi \pm 3 menit, kemudian dituangkan ke pan untuk selanjutnya dimasukkan kedalam cetakkan kubus.

3.6 Perawatan Benda Uji

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

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

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

3.7 Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan pada beton keras adalah pengujian kenaikan volume ukuran dan kuat tekan beton.

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

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

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

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

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

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

Tabel 3.10 Tabel sampel dan variasi

Pengujian	Variasi	Umur(hari)	Jumlah sampel
	Baking Powder 0%	28	10
Kuat Tekan	Baking Powder 0,5%	28	10
	Baking Powder 1%	28	10
	Baking Powder 1,5%	28	10
Total benda uji			40

Sumber : hasil penelitian laboratorium UPTD.Dinas Binamarga Provsu 2016

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

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

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

Dimana :

σ_b = Kekuatan tekan (kg/cm^2)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm^2)

3.7.3 Pengujian Kenaikan Volume Beton

Pengujian dilakukan pada 1 hari setelah pencetakan untuk tiap variasi beton sebanyak 5 buah. Pengujian volume beton dilakukan dengan menggunakan mistar besi. Adapun prosedur pengujian kuat tekan beton:

1. Pada saat penuangan beton pada cetakan kubus, ukur tinggi beton cair dan tentukan tingginya, pada penelitian ini tinggi awal beton ditentukan 115 cm.
2. Setelah masing-masing cetakan sudah dituang beton cair, diamkan selama 24 jam menunggu beton kering sempurna.
3. Setelah 24 jam keluarkan beton pada cetakan kubus, dan ukur kembali tinggi beton.
4. Catat hasilnya.

Tabel 3.11 : Tabel sampel dan variasi

Pengujian	Variasi	Umur(hari)	Jumlah sampel
	Baking Powder 0%	1	5
Kenaikan volume	Baking Powder 0,5%	1	5
	Baking Powder 1%	1	5
	Baking Powder 1,5%	1	5
	Total benda uji		20

Sumber : hasil penelitian laboratorium UPTD.Dinas Binamarga Provsu 2016

3.8 Analisa dan kesimpulan

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

