

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2009 sampai Agustus 2009.

3.2 Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini, peralatan yang digunakan adalah :

a. Peralatan yang digunakan

- 1) Gerinda
- 2) Timbangan
- 3) Jangka sorong
- 4) Oven
- 5) Nampan
- 6) Sendok adukan
- 7) *Hidraulic Press*
- 8) *Dial Gauge* dan *Proving Ring*
- 9) Ember

b. Bahan-bahan

- 1) Batu bata

Batu bata yang digunakan merupakan batu bata merah produksi rumah tangga yang diambil dari empat daerah di Jawa Timur, yaitu daerah Trowulan di Mojokerto, daerah Pakis di Malang, daerah Silirwates di Kediri, dan daerah Karangploso di Tulung Agung.

- 2) Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air PDAM yang diambil di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

3) Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland, yaitu Semen Gresik yang banyak terdapat di pasaran.

4) Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir tambang yang banyak terdapat di sekitar lokasi penelitian. Pasir diusahakan dalam kondisi yang mendekati keadaan sebenarnya di lapangan namun tetap dijaga terbebas dari kotoran organik, lumpur, dan sawah.

3.3 Metode Pengambilan Benda Uji

Dalam penelitian ini, pengambilan benda uji batu bata merah pejal dilakukan dengan metode *sampling*. Metode ini merupakan teknik pengambilan benda uji yang mengambil benda uji secara acak. Dalam hal ini pengambilan benda uji yang berupa batu bata merah pejal diambil dari empat daerah di Jawa Timur, yaitu desa Watesumpak kecamatan Trowulan Mojokerto, daerah Pakis di Malang, desa Silirwates di Kediri, dan desa Karangploso di Tulung Agung.

Dasar pemilihan empat daerah tersebut sebagai lokasi pengambilan benda uji dikarenakan daerah-daerah tersebut merupakan sentra penghasil batu bata merah yang cukup besar di Jawa Timur. Topografi kota yang menyebar dari hulu sampai hilir Sungai Brantas juga menjadi pertimbangan karena dalam pengujian ini diharapkan hasil pengujian bervariasi sehingga dapat menggambarkan karakteristik batu bata merah di Jawa Timur secara keseluruhan.

Dari empat sentra pembuatan batu bata tersebut, dapat diketahui bahwa metode pembuatan dan pembakaran batu bata yang dilakukan serupa, yaitu dengan metode tradisional. Pencetakan dilakukan secara manual dengan menggunakan tangan dan pembakaran dilakukan dengan cara terbuka.

3.4 Langkah-langkah Penelitian dan Pengujian

3.4.1 Pengujian Fisik Batu Bata

3.4.1.1 Tampak Luar

1) Bentuk

Dinyatakan dengan bidang-bidang datarnya rata atau tidak rata, menunjukkan retak-retak atau tidak, rusuk-rusuknya siku-siku dan tajam atau tidak, rapuh dan lain sebagainya. Untuk mengetahui kerataan bidang-bidang

datar, siku-siku,, dan rusuk-rusuknya dari masing-masing kota diambil 10 buah batu bata. Batu bata tersebut diperiksa bidang-bidang datar serta rusuk-rusuknya dengan alat penyiku. Beberapa buah yang tidak sempurna bentuknya dinyatakan dalam % dari jumlah yang diperiksa.

2) Warna

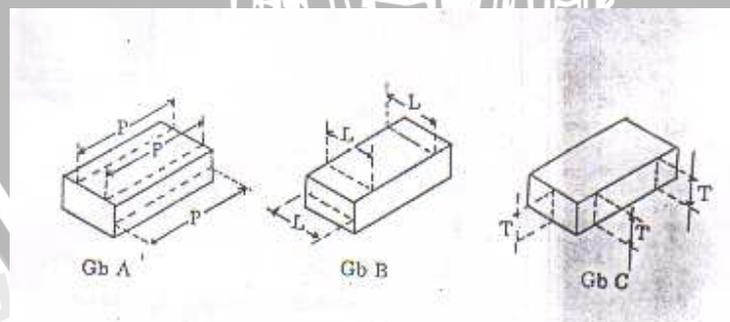
Dari 10 batu bata dari masing-masing kota pengamatan dilakukan dengan mengamati warna paling dominan. Hasil pengamatan dinyatakan dengan : merah tua, merah muda, kekuning-kuningan, kemerah-merahan, keabu-abuan dan sebagainya. Warna pada penampang belahan (patahan) merata atau tidak merata. Mengandung butir-butir kasar atau tidak serta rongga-rongga di dalamnya.

3) Berat

10 buah batu bata utuh yang diambil secara acak dari masing-masing kota ditimbang beratnya dengan ketelitian sampai 10 gram. Penimbangan dilakukan dalam ruangan pengujian dan hasil penimbangan dihitung rata-rata dan dinyatakan dalam kilogram.

3.4.1.2 Dimensi

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian sampai 1 mm. Masing-masing pengukuran panjang, lebar, dan tebal dilakukan paling sedikit 3 kali yang menunjukkan pengukuran panjang, pengukuran lebar, dan pengukuran tebal.



Gambar 3.1 Pengukuran Panjang, Lebar, dan Tebal pada Batu Bata

Sumber : SII 0021-78

Untuk penentuan ukuran-ukuran ini dipakai 10 buah benda uji dari masing-masing kota yang dapat berasal dari penetapan berat bata di atas. Pengukuran panjang, lebar, dan tebal tersebut kemudian dicari rata-ratanya. Dari hasil-hasil pengukuran

panjang, lebar, dan tebal tiap bata ditentukan penyimpangan maksimum dan dinyatakan dalam cm.

3.4.1.3 Kadar Garam Batu Bata

Bata utuh ditempatkan dalam nampan kemudian dituangkan air ± 250 ml. Nampan diletakkan dalam ruangan dengan sirkulasi udara yang baik. Jika selang beberapa hari air telah dihisap sampai bata tampak kering. Kadar garam ditunjukkan dengan tertutupnya permukaan bata oleh lapisan putih akibat pengkristalan garam yang larut jika bata tersebut menyerap air. Luas permukaan bata yang tertutup lapisan putih kemudian diukur. Kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$\frac{\text{luas permukaan bata yang tertutup lapisan putih}}{\text{luas permukaan total}} \times 100 \% = x \quad (3-1)$$

Hasil penglihatan dinyatakan sebagai berikut:

- a. Tidak membahayakan
Bila kurang dari 50% permukaan batu bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.
- b. Ada kemungkinan membahayakan
Bila 50% atau lebih permukaan batu bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.
- c. Membahayakan
Bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

3.4.2 Pengujian Kuat Tekan

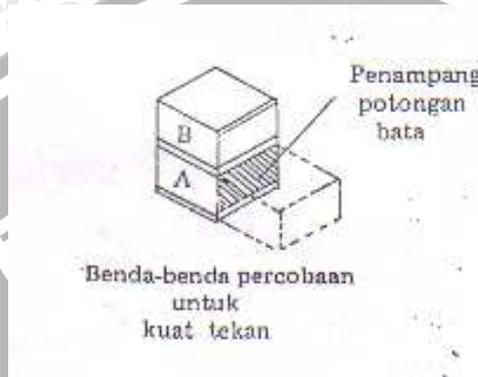
3.4.2.1 Uji Kubus Batu Bata

Diperlukan 10 buah benda uji untuk masing-masing kota. Batu bata dibentuk menjadi berbentuk kubus. Kemudian kubus batu bata tersebut diberi pembebanan secara vertikal hingga hancur. Pemilihan bentuk sample bata merah ini didasarkan pada bentuk kubus yang cukup baik mewakili kekuatan suatu bahan dan sangat sedikit dipengaruhi oleh sifat orthotropis geometri.

3.4.2.2 Metode SII 0021-1978

3.4.2.2.1 Pembuatan Benda Uji

Dibuat 10 buah benda percobaan untuk masing-masing kota. Untuk benda-benda uji dapat dipakai dari penentuan ukuran-ukuran. Bata-bata dipotong menjadi dua di tengah-tengah. Tiap-tiap potongan bata yang kesatu ditumpukan pada potongan yang lain. Ruang di antara kedua potongan bata selebar 6 mm diisi dengan adukan spesi setebal 6 mm juga.



Gambar 3.2 Benda Uji Tekan menurut SII 0021-1978

Sumber : SII 0021-78

3.4.2.2.2 Pengujian Kuat Tekan

Setelah dicetak, benda-benda uji tersebut didiamkan selama 1 hari. Kemudian benda uji tersebut direndam dalam air bersih (suhu ruangan) selama 24 jam. Benda uji kemudian diangkat. Setelah 14 hari, pengujian dapat dilakukan. Benda-benda uji ditekan secara vertikal dengan mesin tekan hingga hancur.

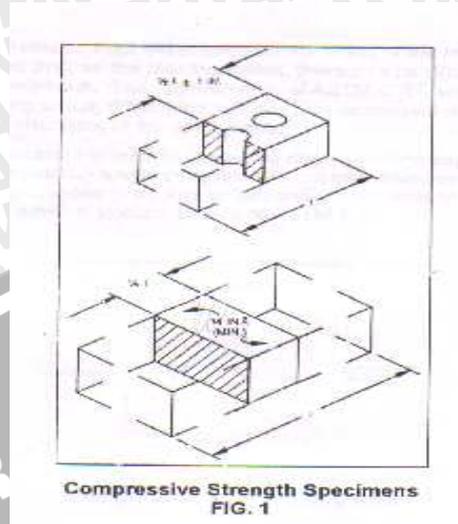
Kuat tekan benda uji didapat sebagai hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang tekan terkecil. Kuat tekan rata-rata ialah jumlah kuat tekan semua benda uji dibagi dengan banyaknya benda uji.

3.4.2.3 Metode ASTM C67-07

3.4.2.3.1 Pembuatan Benda Uji

Diperlukan 10 benda uji untuk masing-masing kota. Batu bata yang dipakai adalah batu bata yang memiliki lebar dan ketebalan utuh dan panjang kira-kira $\frac{1}{2}$ dari panjang batu bata utuh. Penyimpangan panjang yang diperbolehkan ± 1 inci. Meskipun begitu, apabila mesin yang digunakan untuk menguji kuat tekan tidak memadai untuk ukuran batu bata itu, pengujian dapat dilakukan pada batu bata dengan panjang $\frac{1}{4}$ dari

panjang batu bata utuh asalkan luas permukaan batu bata tidak kurang dari 14 inci² (90 cm²).

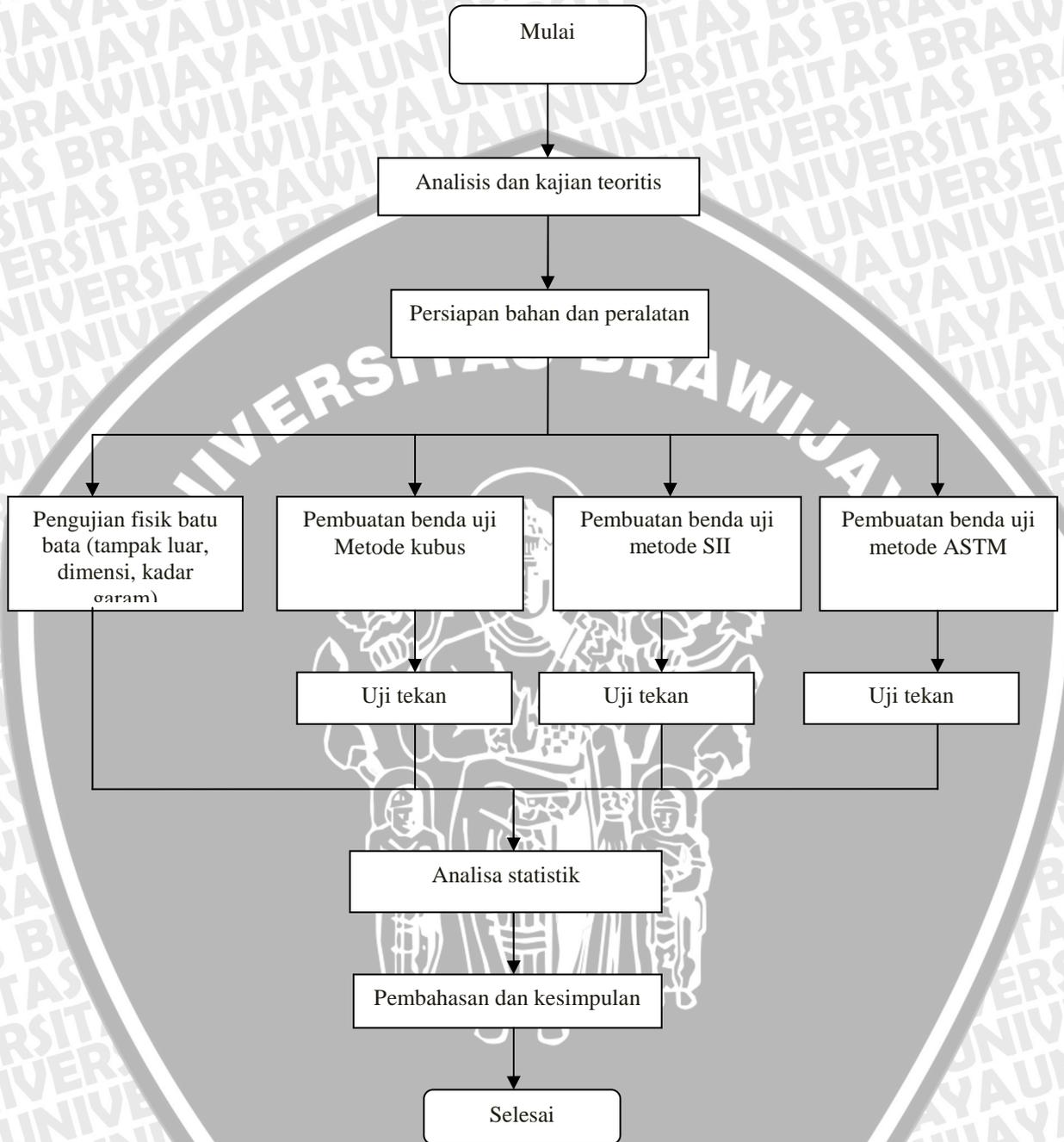


Gambar 3.3 Spesimen Pengujian untuk Uji Tekan Menurut ASTM C67-07
Sumber : *Technical Notes on Brick Construction*

3.4.2.3.2 Pengujian Kuat Tekan

Benda uji diletakkan sedemikian rupa pada mesin uji tekan sehingga pembebanan yang dibebankan pada benda uji didistribusikan sama ke segala arah. Kuat tekan benda uji didapatkan dari pembagian beban maksimum yang didapat dari mesin dengan luas rata-rata bagian bawah dan atas benda uji.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

3.6 Rancangan Percobaan

Percobaan ini dilakukan untuk menguji tampak luar, dimensi, kadar garam dan kuat tekan batu bata yang diproduksi industri rakyat dari berbagai kota di Jawa Timur, yaitu Malang, Kediri, Mojokerto, dan Tulung Agung. Perencanaan penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Uji Tampak Luar Batu Bata

No benda uji	Nama kota		
	Bentuk	Warna	Berat (kg)
1	a ₁	b ₁	c ₁
2	a ₂	b ₂	c ₂
3	.	.	.
4	.	.	.
5	.	.	.
6	.	.	.
7	.	.	.
8	.	.	.
9	.	.	.
10	a ₁₀	b ₁₀	c ₁₀

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Uji Kadar Garam Batu Bata

No benda uji	Nama kota							
	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Luas (cm ²)	Tinggi air (cm)	Berat (kg)	Luas garam (cm ²)	Persen(%)
1	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	e ₁	f ₁	g ₁	h ₁
2	a ₂	b ₂	c ₂	d ₂	e ₂	f ₂	g ₂	h ₂
3	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.
10	a ₁₀	b ₁₀	c ₁₀	d ₁₀	e ₁₀	f ₁₀	g ₁₀	h ₁₀

Tabel 3.3 Rancangan Percobaan Dimensi Batu Bata

No benda uji	Nama kota					
	Panjang (cm)	Panjang rata-rata(cm)	Lebar (cm)	Lebar rata-rata(cm)	Tebal (cm)	Tebal rata-rata(cm)
1	a ₁	A ₁	b ₁	B ₁	c ₁	C ₁
	a ₂		b ₂		c ₂	
	a ₃		b ₃		c ₃	
2
	.		.		.	
	.		.		.	
3
	.		.		.	
	.		.		.	
4
	.		.		.	
	.		.		.	
5
	.		.		.	
	.		.		.	
6
	.		.		.	
	.		.		.	
7
	.		.		.	
	.		.		.	
8
	.		.		.	
	.		.		.	
9
	.		.		.	
	.		.		.	
10	a ₂₈	A ₁₀	b ₂₈	B ₁₀	c ₂₈	C ₁₀
	a ₂₉		b ₂₉		c ₂₉	
	a ₃₀		b ₃₀		c ₃₀	

Tabel 3.4 Rancangan Percobaan Uji Kuat Tekan Batu Bata

No.Benda Uji	Berat (gr)	Nama Kota		
		Luas (cm ²)	Pmaks (kg)	Kuat tekan (kg/cm ²)
1	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁
2	a ₂	b ₂	c ₂	d ₂
3	.	.	.	.
4	.	.	.	.
5	.	.	.	.
6	.	.	.	.
7	.	.	.	.
8	.	.	.	.
9	.	.	.	.
10	a ₁₀	b ₁₀	c ₁₀	d ₁₀

3.7 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diukur adalah sebagai berikut :

- Variabel bebas (*independent variable*) yaitu variabel yang perubahannya bebas ditentukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah variasi lokasi produksi batu bata
- Variabel terikat (*dependent variable*) yaitu variabel yang perubahannya tergantung dari perubahan variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah karakteristik batu bata yang terdiri atas tampak luar, dimensi, kadar garam, dan kuat tekan batu bata.

3.8 Analisis Data

Pengujian benda uji batu bata pada penelitian ini meliputi uji tampak luar, pengukuran dimensi batu bata, pengujian kadar garam yang terkandung pada batu bata, serta pengujian pembebanan secara vertikal dengan metode kubus, SII 0021-1978, dan ASTM C67-07 dengan data pengamatan beban bertahap sampai beban maksimum yang bekerja pada bata.

Analisis data pada penelitian ini dengan mencari nilai rata-rata hasil pengujian (*mean*) benda uji dari tiap kota dari masing-masing uji yang dilakukan. Perhitungan deviasi standard dan koefisien keragaman juga dilakukan. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai-nilai tersebut:

1. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai rata-rata:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (3-2)$$

Dimana: \bar{x} : nilai rata-rata

n : jumlah data

2. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3-3)$$

Dimana: S : standar deviasi

\bar{x} : nilai rata-rata

n : jumlah data

3. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai karakteristik:

$$N_k = \bar{x} - (1.64 \times S \times k) \quad (3-4)$$

Dimana: N_k : nilai karakteristik

\bar{x} : nilai rata-rata

S : standar deviasi

k : faktor pengali standar deviasi (Tabel 3.5)

4. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai koefisien keragaman:

$$KV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% \quad (3-5)$$

Dimana: KV : Koefisien keragaman

S : standar deviasi

\bar{x} : nilai rata-rata

Tabel 3.5 Faktor pengali standar deviasi

Jumlah Benda uji	k	Jumlah Benda uji	k
10	1.36	21	1.08
11	1.31	22	1.07
12	1.27	23	1.06
13	1.24	24	1.05
14	1.21	25	1.04
15	1.18	26	1.03
16	1.16	27	1.02
17	1.14	28	1.02
18	1.12	29	1.01
19	1.11	30	1
20	1.09		

Sumber: Subekti, 2004

Untuk mencari sifat sebaran data dari hasil pengujian, data dimasukkan ke dalam grafik *boxplot* sehingga dapat diketahui wilayah interkuartil data dalam sebuah kotak yang mempunyai median yang ditampilkan di dalamnya. Wilayah interkuartil mempunyai persentile ke 75 (kuartil atas) dan ke 25 (kuartil bawah). Selain itu dapat diketahui juga apakah terdapat data pencilan dari kelompok data tersebut. Disamping kotak juga terdapat garis yang menunjukkan data maksimum dan minimum dari data penelitian. Langkah-langkah membuat grafik *boxplot* adalah sebagai berikut :

1. Mengurutkan data dari yang terkecil sampai terbesar
2. Menghitung nilai Q_1 , Q_2 atau median, Q_3 , nilai maksimum, nilai minimum

$$Q_1 = x_{\left(\frac{n+1}{4}\right)} \quad (3-6)$$

$$Q_2 = x_{\left(\frac{2(n+1)}{4}\right)} \quad (3-7)$$

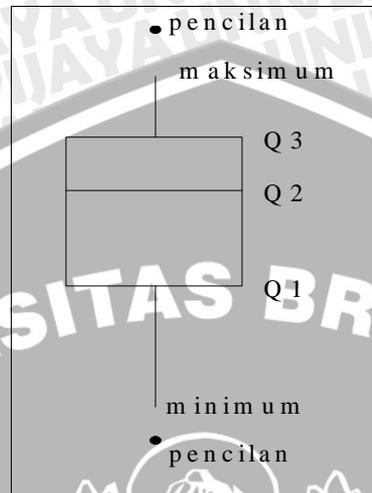
$$Q_3 = x_{\left(\frac{3(n+1)}{4}\right)} \quad (3-8)$$

Dimana, n = jumlah data

3. Mengidentifikasi data pencilan
 - Menghitung jangkauan antar kuartil

$$IQR = Q_3 - Q_1 \quad (3-9)$$

- menentukan data pencilan atas
data pencilan atas $> Q_3 + (1.5 \times IQR)$
data pencilan bawah $< Q_1 - (1.5 \times IQR)$



Gambar 3.5 Grafik *boxplot*

Selain grafik *boxplot*, data juga dimasukkan ke dalam suatu grafik batang. Grafik batang ini menampilkan nilai rata-rata hasil pengujian dari masing-masing kota dari nilai yang paling tinggi sampai nilai yang paling rendah.