

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil studi kasus di kampus Universitas Brawijaya Malang. Secara administratif terletak pada wilayah Kecamatan Lowokwaru Kota Malang Propinsi Jawa Timur. Secara geografis Kota Malang terletak pada $112,06^{\circ}$ – $112,07^{\circ}$ Bujur Timur dan $7,06^{\circ}$ – $8,02^{\circ}$ Lintang Selatan, sedangkan batas-batas wilayah kampus Universitas Brawijaya sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Jl. MT. Haryono
- Sebelah Timur : Jl. Mayjen Panjaitan
- Sebelah Barat : Jl. Sumpersari
- Sebelah Selatan : Jl. Veteran

Dengan luas wilayah sebesar 51 hektar, kampus Universitas Brawijaya termasuk dalam wilayah DAS Brantas Hulu. Berikut merupakan peta lokasi penelitian:



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

3.2 Data-data yang Diperlukan

Dalam penyusunan penelitian ini diperlukan data-data yang mendukung baik berupa data primer maupun data sekunder. Data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data civitas akademika

Jumlah civitas akademika digunakan untuk mengetahui jumlah pertumbuhan dan proyeksi kebutuhan air universitas.

2. Data *pumping test*

Data *pumping test* diperlukan untuk mengetahui besar potensi air tanah di kawasan Universitas Brawijaya.

3. Data PDAM

Data ini digunakan untuk mengetahui besar pemakaian air yang digunakan Universitas Brawijaya dari PDAM.

4. Data curah hujan

Data curah hujan digunakan untuk menghitung potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan dengan menggunakan metode *rainwater harvesting*. Stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah stasiun hujan Laboratorium Hidrologi Jurusan Teknik Pengairan karena letak dan luas daerah pengaruh terhadap lokasi penelitian ini.

5. Data tanah

Data tanah digunakan untuk mengetahui koefisien permeabilitas tanah. Data tanah ini didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

6. Data bentang atap

Data bentang atap digunakan dalam perhitungan limpasan melalui atap dalam metode *rainwater harvesting*. Data ini didapat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

7. Data penunjang

- a. Data jumlah kamar penginapan dan asrama digunakan untuk menghitung kebutuhan air penginapan dan asrama di kawasan Universitas Brawijaya.
- b. Data jumlah kursi kantin digunakan untuk menghitung kebutuhan air kantin di kawasan Universitas Brawijaya.
- c. Data jumlah tempat peribadatan digunakan untuk menghitung kebutuhan air tempat peribadatan di kawasan Universitas Brawijaya.

3.3 Tahapan Penelitian

Rancangan penelitian secara garis besar adalah sebagai berikut:

3.3.1 Analisa Potensi Ketersediaan Air

Dalam penelitian ini, ketersediaan air yang akan diperhitungkan berasal dari airtanah dan air PDAM serta air hujan andalan sebagai alternatif ketersediaan air.

3.3.1.1 Analisa Potensi Ketersediaan Airtanah

Ketersediaan airtanah di Universitas Brawijaya dapat diduga berdasarkan pengujian sumur (*pumping test*) yang telah dilakukan. Pada penelitian ini terdapat 2 pengujian sumur yang diamati, yaitu sumur 1 terletak di *Guest House* UB dan sumur 2 terletak di Masjid Raden Patah Universitas Brawijaya.

Tahapan penentuan ketersediaan airtanah adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian akuifer menggunakan Metode Theim

- Menghitung harga transmisivitas (T) dengan rumus:

$$T = \frac{1,22Q}{S_w}$$

- Menghitung nilai koefisien kelulusan akuifer dengan rumus $K = \frac{T}{D}$ sehingga didapatkan klasifikasi airtanah.

2. Melakukan pengujian sumur,

- Menghitung penurunan jenis (S/Q) setiap tahap uji pemompaan.
- Membuat grafik antara S/Q dengan debit (Q).
- Untuk menarik garis lurus antara titik-titik tersebut memakai persamaan regresi linier.
- Mencari harga koefisien *akuifer loss* (B) berdasarkan grafik antara S/Q dengan debit (Q).
- Menghitung harga koefisien *well loss* (C) dengan rumus:

$$C = \text{tg } \alpha$$

- Menghitung harga faktor development (F_d) dengan rumus:

$$F_d = \frac{B}{C} \times 100$$

- Mengklasifikasikan sumur berdasarkan harga faktor development (F_d)

3. Menghitung debit optimum airtanah

- Mengevaluasi data uji surut muka air bartahap (*Step Drawdown Test*) dengan metode Jacob I, maka didapat persamaan garis $SW = BQ + CQ^2$.

- Melukis persamaan garis tersebut pada kertas grafik, dengan memasukkan nilai Q sebagai absis (x) dan Sw sebagai ordinat (y).
- Menghitung kapasitas maksimum sumur atau debit maksimum (Qf) dengan rumus:

$$Q_f = \frac{2\pi r D \sqrt{k}}{15}$$

- Menghubungkan titik kapasitas maksimum (Qf) dengan penurunan muka air maksimum (Sw) diasumsikan tebal akuifer (H), sehingga berupa garis lurus yang berpotongan dengan lukisan.

Dari titik potong diatas maka didapat besar harga debit optimum (Qopt).

3.3.1.2 Analisa Ketersediaan Air PDAM

Pendugaan ketersediaan air PDAM dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan lokasi unit cabang PDAM yang mensuplai kebutuhan air di Universitas Brawijaya.
2. Mencari data penggunaan air PDAM yang digunakan di Universitas Brawijaya.
3. Menghitung rata-rata penggunaan air PDAM di Universitas Brawijaya. Berdasarkan data yang ada perhitungan dilakukan selama periode 3 tahun (2012-2014).

Data unit cabang dan penggunaan air PDAM yang digunakan oleh Universitas Brawijaya diperoleh dari Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM) Kota Malang.

3.3.1.3 Total Potensi Ketersediaan Air

Ketersediaan air total dapat diperoleh dengan menjumlahkan ketersediaan air dari berbagai sumber dengan rumus:

$$Q_{total} = Q_{airtanah} + Q_{air PDAM}$$

3.3.2 Analisa Kebutuhan Air

Kebutuhan air dalam penelitian ini dibagi menjadi dua sektor, yaitu:

1. Kebutuhan air komersial yang meliputi penggunaan air penginapan dan asrama di Universitas Brawijaya.
2. Kebutuhan air non komersial atau kebutuhan air universitas yang merupakan penjumlahan dari penggunaan air untuk kegiatan civitas akademika di dalam universitas.

3.3.2.1 Analisa Kebutuhan Air Komersial (Kebutuhan Air Penginapan dan Asrama)

Perhitungan kebutuhan air komersial menggunakan Persamaan (2-13). Dalam penelitian ini, data jumlah tempat tidur penginapan dan asrama didapat dari masing-masing penginapan dan asrama yang berada di kawasan Universitas Brawijaya. Sedangkan nilai kebutuhan air dihitung berdasarkan standar kebutuhan air menurut SNI tentang perencanaan sistem plambing.

Tahapan perhitungan kebutuhan air komersial adalah sebagai berikut:

1. Menghitung total jumlah tempat tidur tiap penginapan dan asrama di Universitas Brawijaya.
2. Menetapkan standar kebutuhan air berdasarkan nilai yang sudah ditetapkan oleh SNI tentang perencanaan sistem plambing.
3. Menghitung besarnya kebutuhan air dengan cara mengalikan jumlah tempat tidur dengan standar kebutuhan air.

3.3.2.2 Analisa Kebutuhan Air Non Komersial (Kebutuhan Air Universitas)

Perhitungan kebutuhan air non komersial dalam penelitian ini menggunakan Persamaan (2-14). Standar kebutuhan air didasarkan pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU dalam (Bappenas, 2004:37). Sedangkan jumlah civitas akademika didapat dari Bagian PIDK Universitas Brawijaya.

Tahapan perhitungan kebutuhan air non komersial adalah sebagai berikut:

1. Menghitung total jumlah civitas akademika yang meliputi jumlah mahasiswa, dosen dan karyawan tiap Fakultas di Universitas Brawijaya.
2. Menetapkan standar kebutuhan air berdasarkan nilai yang sudah ditetapkan oleh Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU dalam (Bappenas, 2004:37).
3. Menghitung besarnya kebutuhan air dengan cara mengalikan jumlah civitas akademika dengan standar kebutuhan air.

3.3.2.3 Total Kebutuhan Air

Kebutuhan air total dapat diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan air dari berbagai peruntukan dengan rumus:

$$Q_{total} = Q_{non\ komersial} + Q_{komersial}$$

3.3.2.4 Proyeksi Kebutuhan Air

Proyeksi kebutuhan air direncanakan dihitung selama 30 tahun yang akan datang atau sampai tahun 2044. Komponen kebutuhan air yang akan diproyeksikan adalah jumlah civitas akademika, sedangkan untuk jumlah kamar tidur penginapan dan asrama diasumsikan tetap. Tahapan perhitungan proyeksi kebutuhan air adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan jumlah civitas akademika saat ini dapat diketahui total jumlah civitas akademika di Universitas Brawijaya;
2. Menentukan angka pertumbuhan civitas akademika berdasarkan data yang didapat dari Bagian PDIK Universitas Brawijaya.
3. Memperkirakan laju pertumbuhan civitas akademika menggunakan tiga metode, yaitu Metode Aritmatik, Geometri dan Eksponensial.

4. Menghitung standar deviasi untuk menentukan metode proyeksi yang akan digunakan. Metode proyeksi yang paling tepat adalah metode yang memberikan nilai standar deviasi terkecil.
5. Menghitung koefisien korelasi untuk menentukan metode proyeksi yang akan digunakan. Metode proyeksi yang paling tepat adalah metode yang memberikan nilai koefisien korelasi mendekati 1.
6. Dari hasil proyeksi akan diperoleh jumlah civitas akademika dimasa mendatang. Dimana data hasil proyeksi tersebut akan dipergunakan untuk menghitung kebutuhan non komersial (air universitas).

3.3.3 Analisa Neraca Air

Perhitungan neraca air di Universitas Brawijaya adalah dengan membandingkan kebutuhan air total dengan ketersediaan air total. Setelah dibandingkan akan dapat diketahui kondisi keseimbangan air. Komponen air yang diperhitungkan adalah airtanah, air PDAM dan kebutuhan air daerah penelitian. Dari hasil analisa ini dapat direkomendasikan upaya pengelolaan sumber daya air di daerah penelitian.

3.3.4 Rekomendasi

Rekomendasi yang diberikan sebagai upaya untuk menanggulangi terjadinya defisit akibat pengambilan airtanah secara terus menerus, selain itu juga meminimalisir penggunaan air PDAM yaitu dengan memanfaatkan air hujan andalan sebagai alternatif ketersediaan air. Untuk dapat memanfaatkan air hujan tersebut, diperlukan sebuah tampungan sebagai media penangkap yaitu dengan metode *rainwater harvesting*, dimana hasil pemanenan air hujan dari atap tersebut disalurkan menuju bak penampung, sedangkan sisanya diarahkan menuju sumur resapan dan biopori.

Proses aliran yang terjadi di atas atap bangunan pada saat hujan dianggap sebagai berikut:

- a. Hujan yang jatuh pada permukaan atap seluruhnya masuk ke talang
- b. Hujan yang masuk langsung dalam atap diabaikan
- c. Dianggap tidak ada hambatan pada sistem
- d. Hujan jatuh langsung pada atap
- e. Hujan yang mengenai atap tidak terpecah

Langkah – langkah perhitungan metode *rain harvesting* adalah sebagai berikut:

- a. Mencari curah hujan maksimum setiap tahun 2003 – 2012 pada stasiun hujan Laboratorium Hidrologi.
- b. Menguji abnormalitas data hujan menggunakan uji *inlier – outlier*

c. Menguji konsistensi data hujan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

d. Menghitung curah hujan maksimum menggunakan metode Log Pearson tipe III

- Mengubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

- Menghitung harga rata-rata dengan rumus:

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}$$

- Menghitung harga simpangan baku dengan rumus:

$$Sd = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Rerata Log } X)^2}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

- Menghitung koefisien kepeccengan (Cs) dengan rumus:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Rerata Log } X)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

- Menghitung logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang (T) dengan rumus:

$$\text{Log } X_1 = \text{Rerata Log } X + Sd \cdot G$$

e. Menguji kebenaran hipotesa menggunakan metode Smirnov Kolmogorof

- Mengurutkan data curah hujan dari kecil ke besar atau sebaliknya dan menentukan besarnya peluang masing-masing data tersebut.

$$X_1 = Pe_1$$

$$X_2 = Pe_2$$

$$X_3 = Pe_3, \text{ dan seterusnya.}$$

- Mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 = Pt_1$$

$$X_2 = Pt_2$$

$$X_3 = Pt_3, \text{ dan seterusnya.}$$

- Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$\Delta = \text{maksimum } Pe - Pt$$

- Menentukan nilai Δ_0 dari tabel Smirnov-Kolmogorof berdasarkan jumlah data.

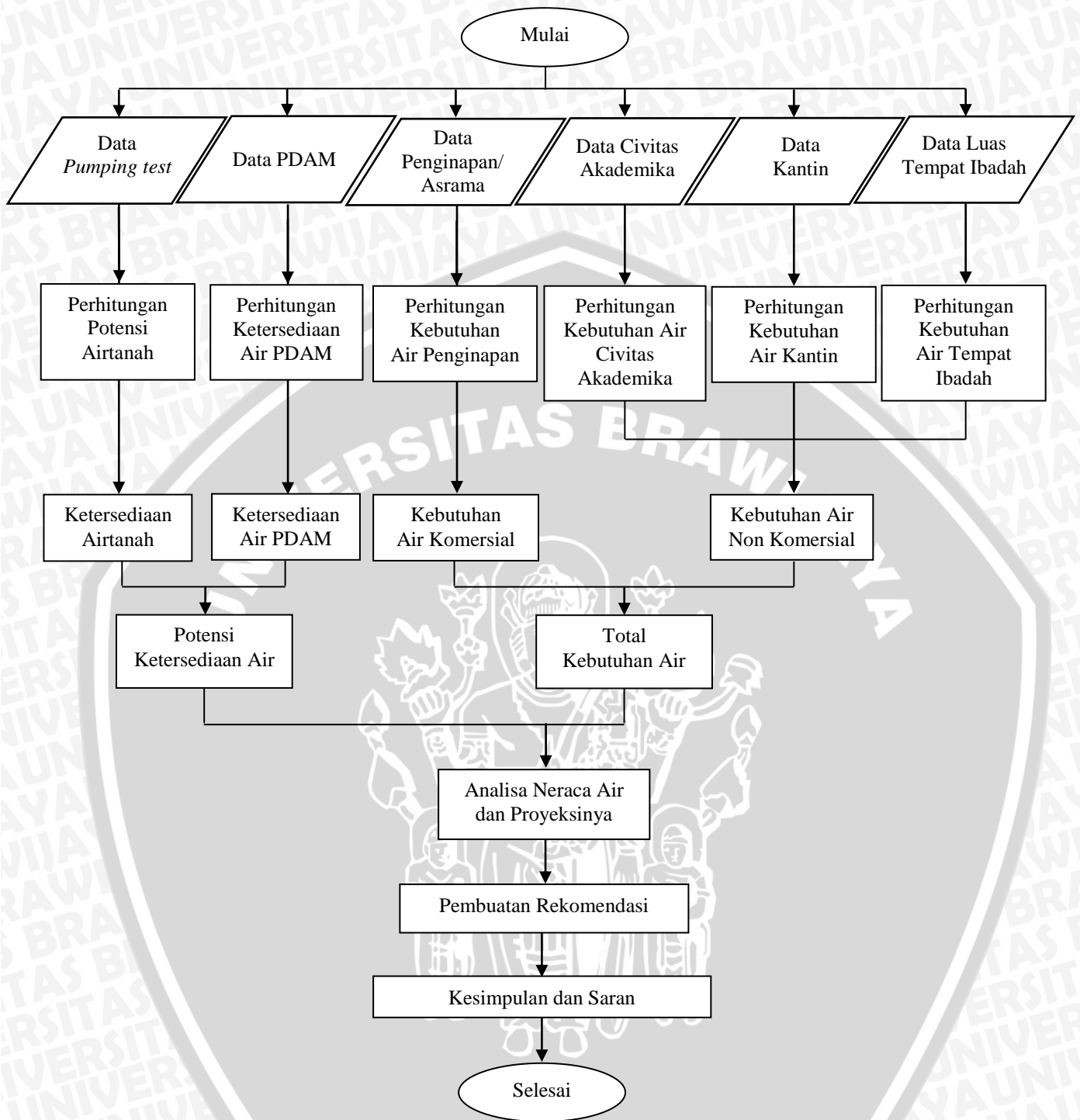
f. Menguji kebenaran hipotesa menggunakan metode Chi-square

- Mengurutkan data pengamatan dari besar ke kecil atau sebaliknya.

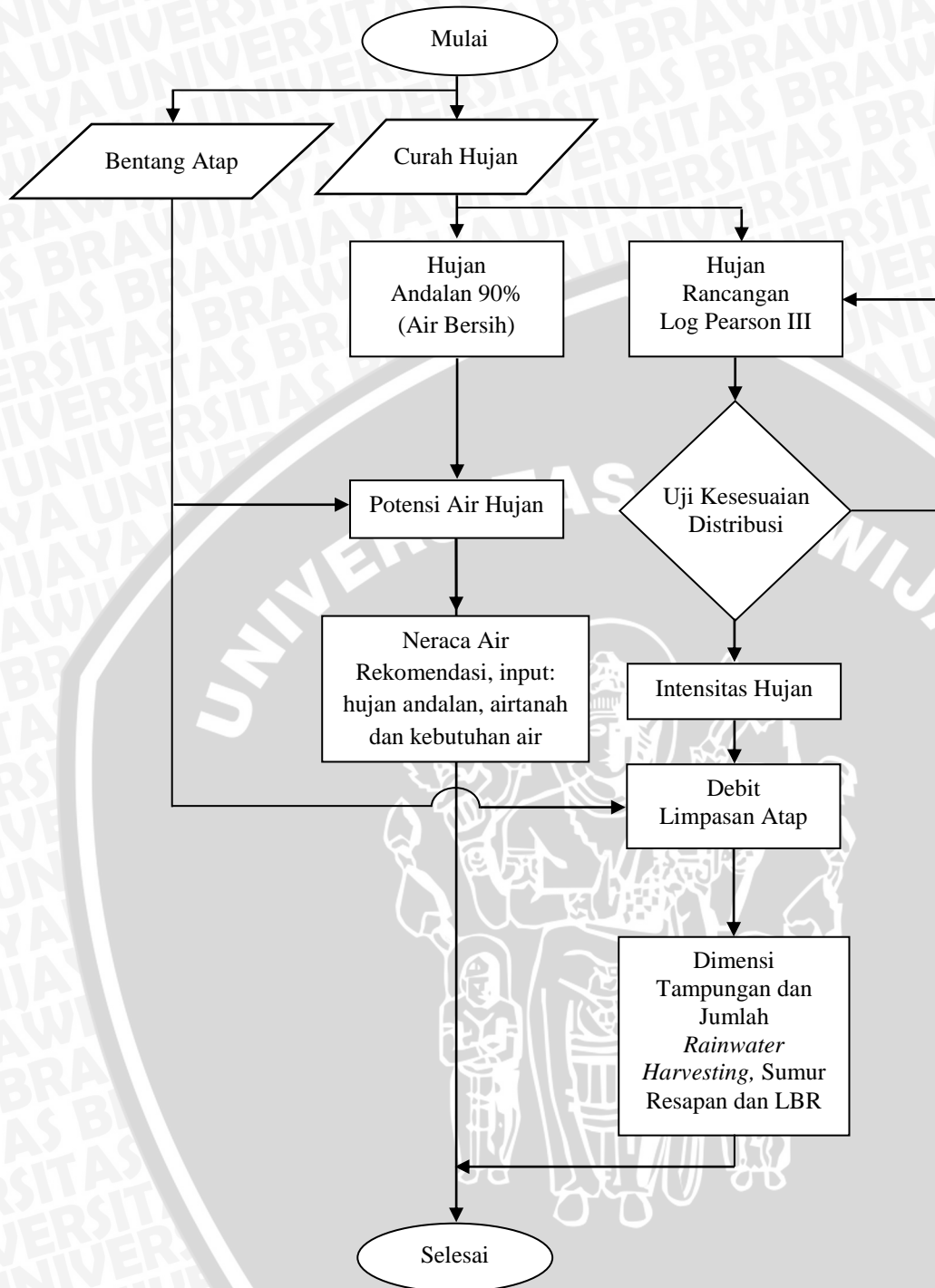
- Kelompokkan data menjadi G sub grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
 - Menjumlahkan data pengamatan sebesar Fe tiap-tiap sub grup.
 - Menjumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar Ft. Untuk tiap-tiap sub grup hitung nilai $(Fe - Ft)^2$ dan $\frac{(Fe - Ft)^2}{Ft}$
 - Menjumlah nilai $\frac{(Fe - Ft)^2}{Ft}$ pada seluruh G sub grup untuk menentukan nilai Chi – Square hitung (X^2 hit).
 - Menentukan derajat kebebasan, $dk = G - R - 1$
- Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:
- Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima.
 - Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.
 - Apabila peluang berada di antara 1 – 5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, semisal memerlukan data tambahan.
- g. Menghitung intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe $I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3}$
 - h. Menghitung daerah pengaliran atap berdasarkan luas atap bangunan.
 - i. Menentukan koefisien pengaliran (C), nilai C atap = 0,8 (Asdak, 2001:164).
 - j. Menghitung kapasitas dan jumlah sumur resapan.
 - k. Menghitung kapasitas dan jumlah biopori.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Prosedur analisa neraca air pada penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir proses pada Gambar 3.2, sedangkan prosedur perhitungan *rain harvesting*, sumur resapan dan biopori disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian
Sumber: Hasil Analisa



Gambar 3.3 Diagram Alir Pembuatan Rekomendasi
Sumber: Hasil Analisa