



BAB 3

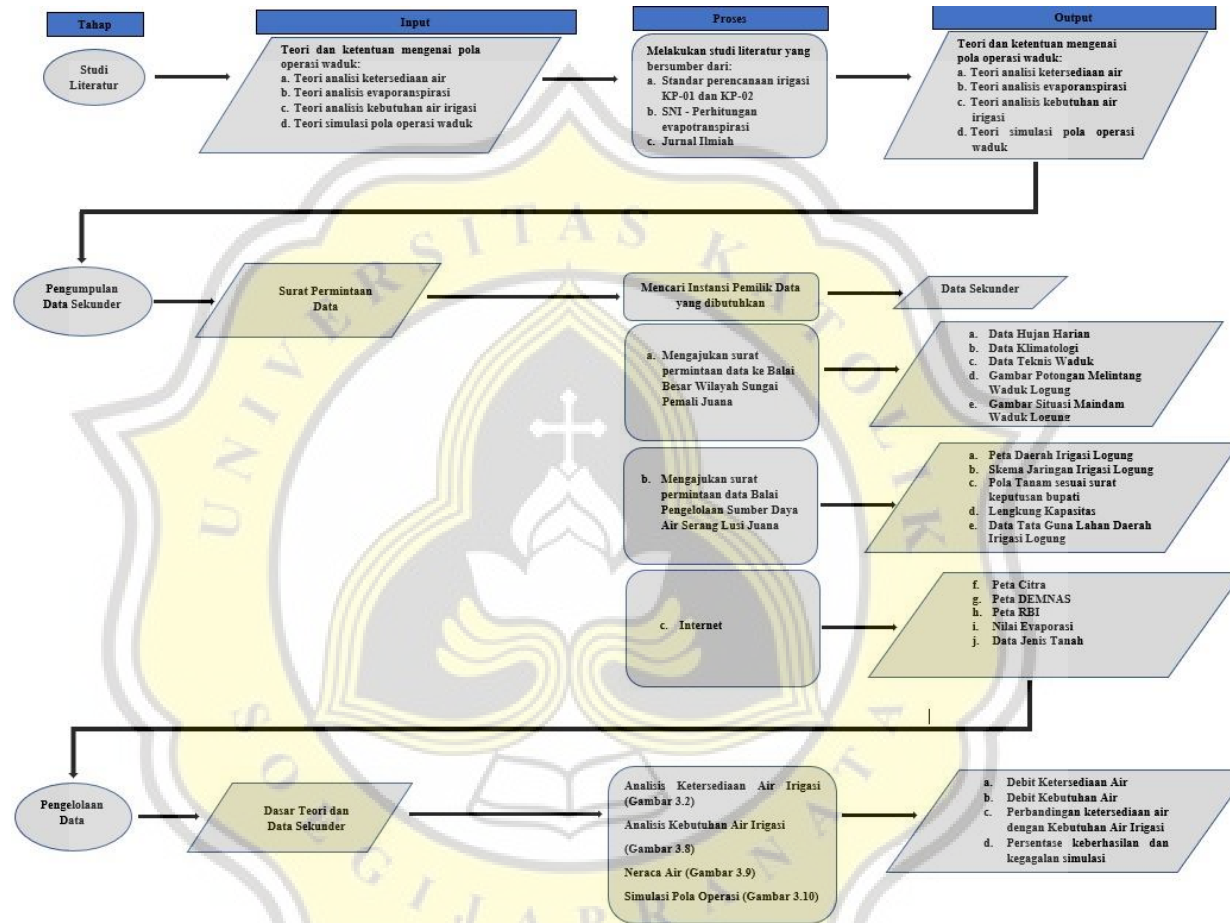
METODE PENELITIAN

3.1. Uraian Umum

Lokasi penelitian berada di Waduk Logung yang berada di Desa Kandangmas, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Dalam penelitian ini hanya terfokus untuk menghitung kebutuhan air irigasi saja, namun Waduk Logung bukan hanya dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan irigasi saja, dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan air baku dan dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga turbin untuk daerah sekitar waduk. Pada penelitian ini dibagi menjadi empat tahap garis besar, yaitu:

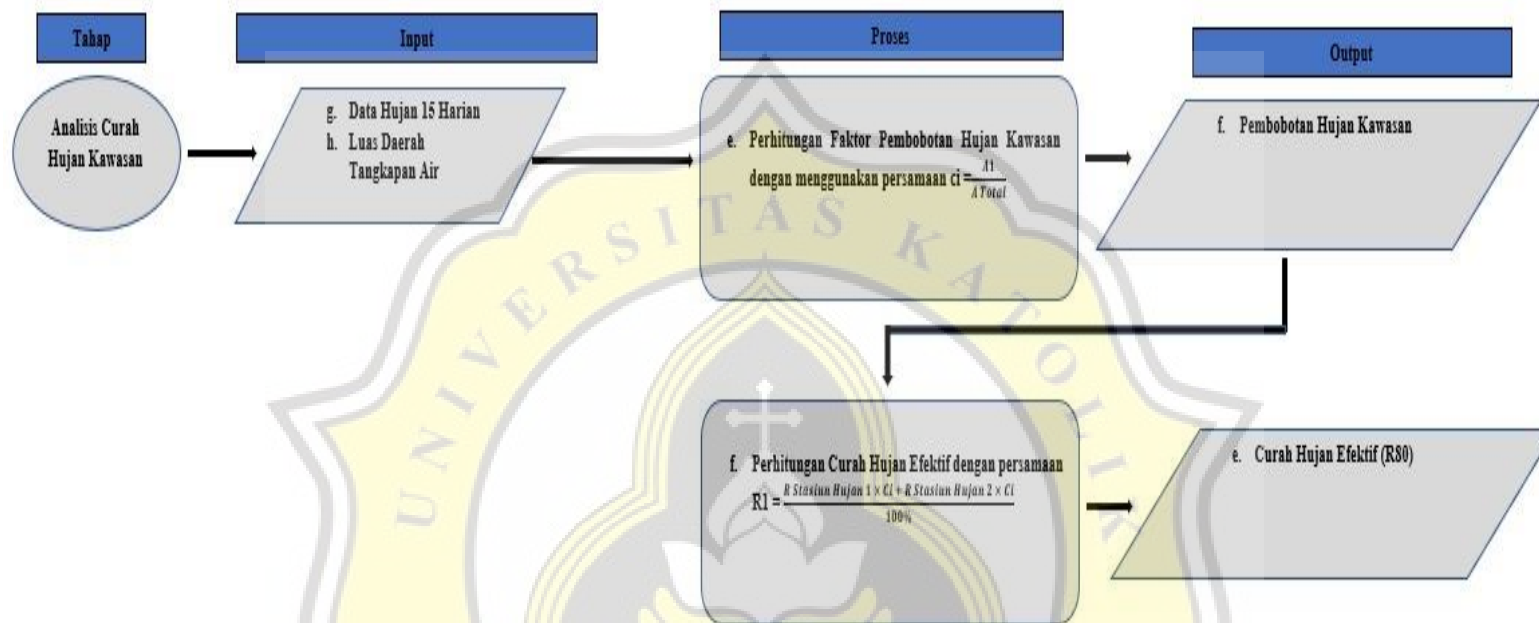
1. Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui dasar teori dan ketentuan mengenai pola operasi waduk yaitu: Kriteria Perencanaan Irigasi KP-01 dan KP-02, SNI-7745-2012-Tata Cara Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan Metode Penman Monteith serta jurnal ilmiah.
2. Pengumpulan data sekunder yang berupa data peta Daerah Aliran Sungai, curah hujan, pola tanam eksisting sesuai surat Keputusan Bupati, peta Daerah Irigasi, data klimatologi, data teknis, data jenis tanah, luas area dan elevasi tampungan. Data tersebut didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana, Balai Pengolahan Sumber Daya Air (BPSDA) Serang Lusi Juana.
3. Analisis data meliputi (1) Analisis ketersediaan air yang terdiri dari analisis hidrologi, analisis klimatologi, Analisis Debit Ketersediaan, dan Analisis Bangkitan Data Debit *Inflow* (2) Analisis kebutuhan air irigasi yang terdiri dari perhitungan curah hujan efektif, perhitungan kebutuhan air penyiapan lahan dan tanaman, (3) Neraca air
4. Berdasarkan tahap-tahap kegiatan penelitian diatas, metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dengan masing-masing *input*, proses dan *output*.

Tugas Akhir
 Simulasi Pola Operasi Waduk Logung Kabupaten Kudus (Studi Kasus Untuk Kebutuhan Air Irigasi)

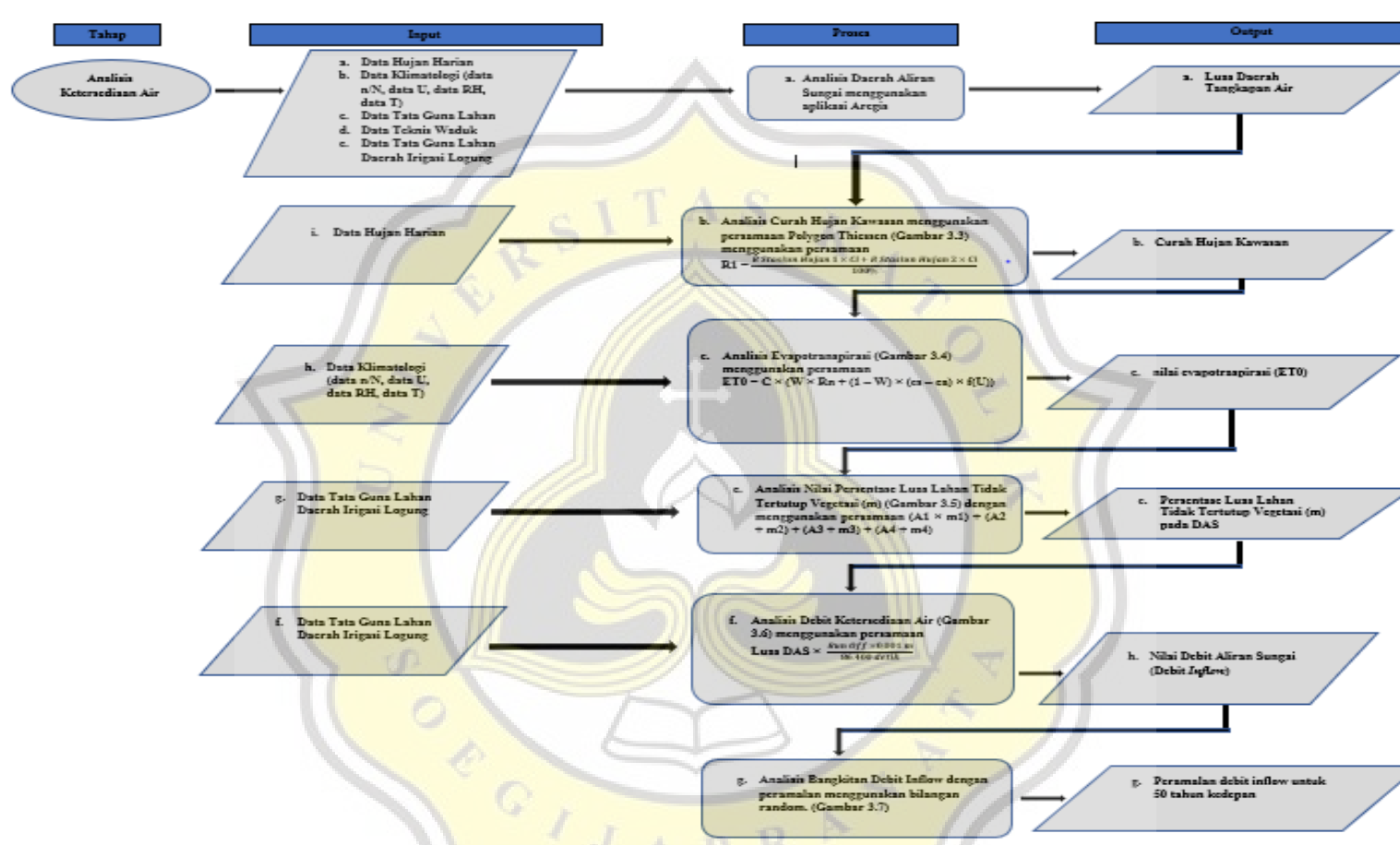


Gambar 3.1 Alur Studi Literatur

Tugas Akhir
Simulasi Pola Operasi Waduk Logung Kabupaten Kudus (Studi Kasus Untuk Kebutuhan Air Irigasi)

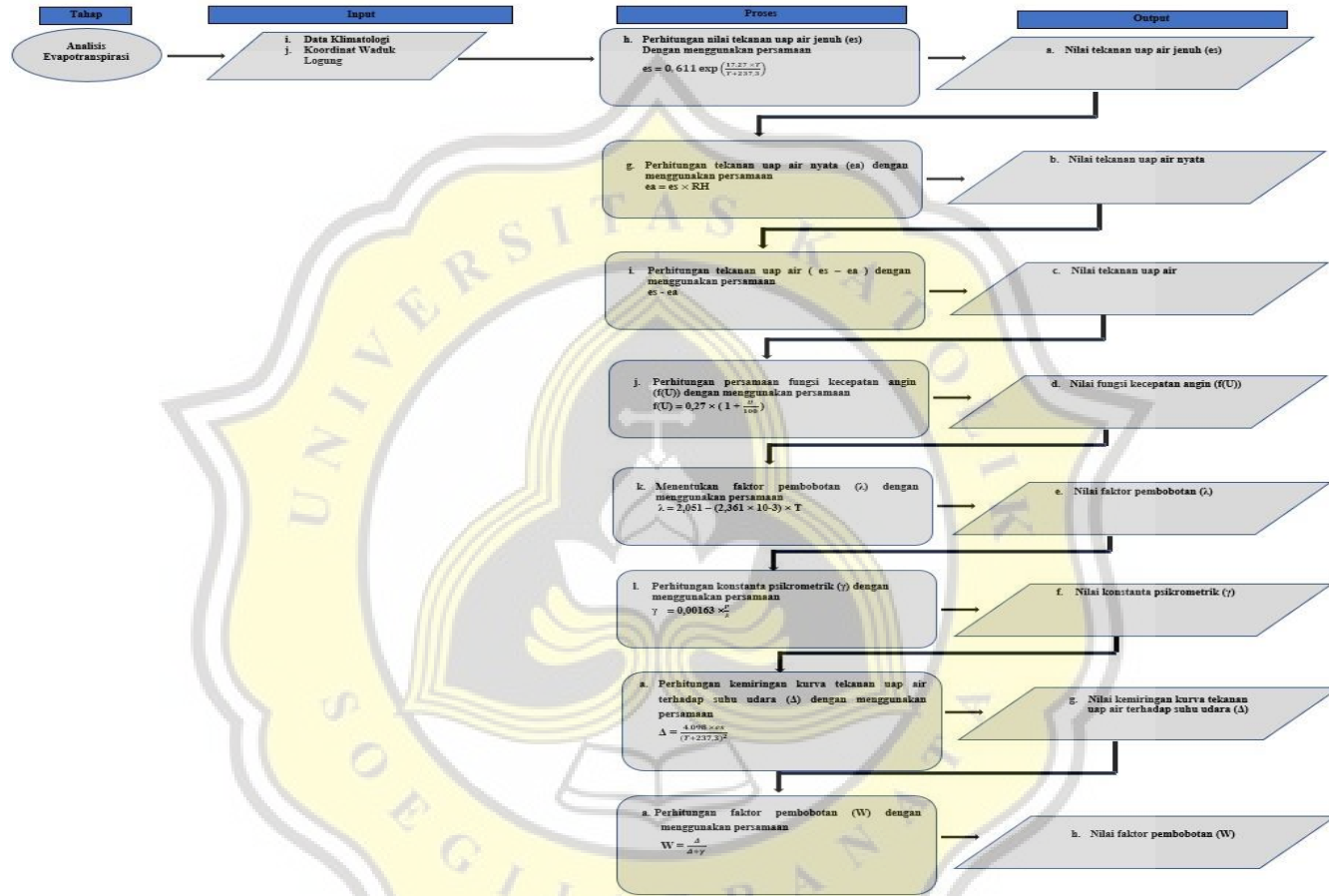


Gambar 3.2 Analisis Curah Hujan Kawasan

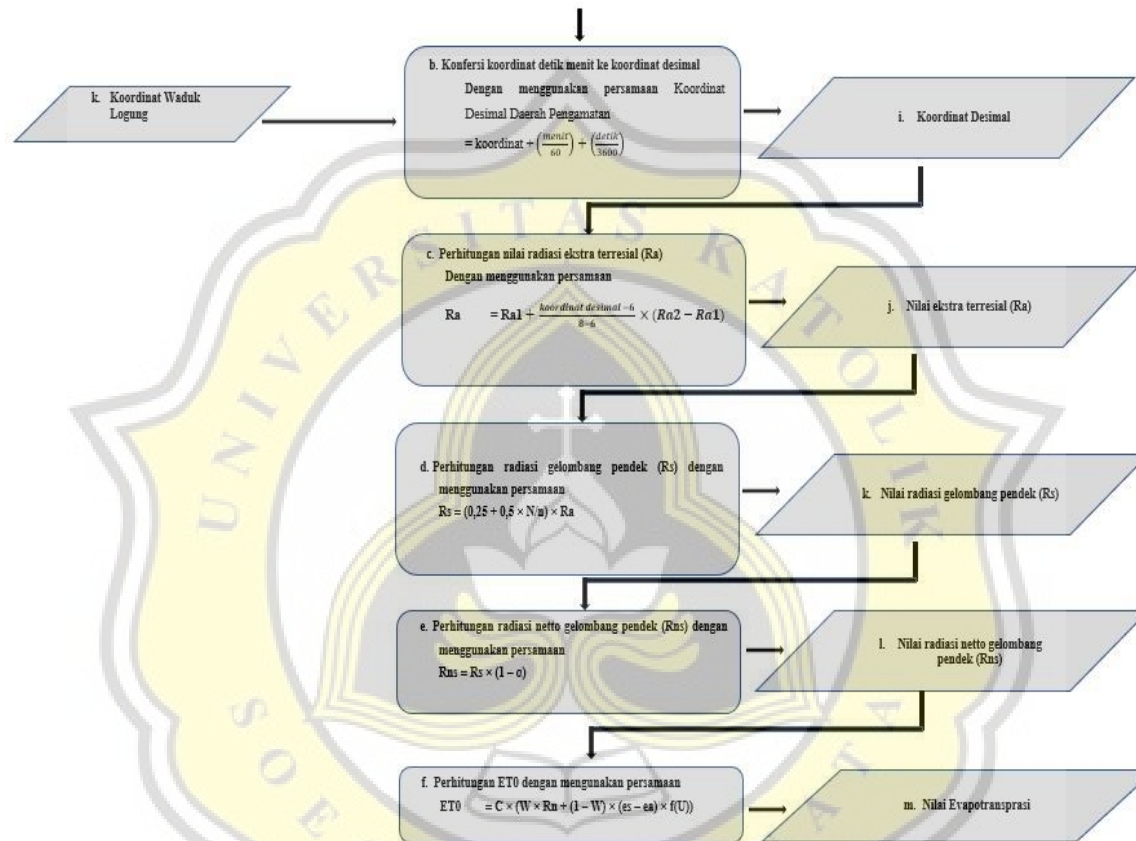


Gambar 3.3 Alur Analisis Ketersediaan Air

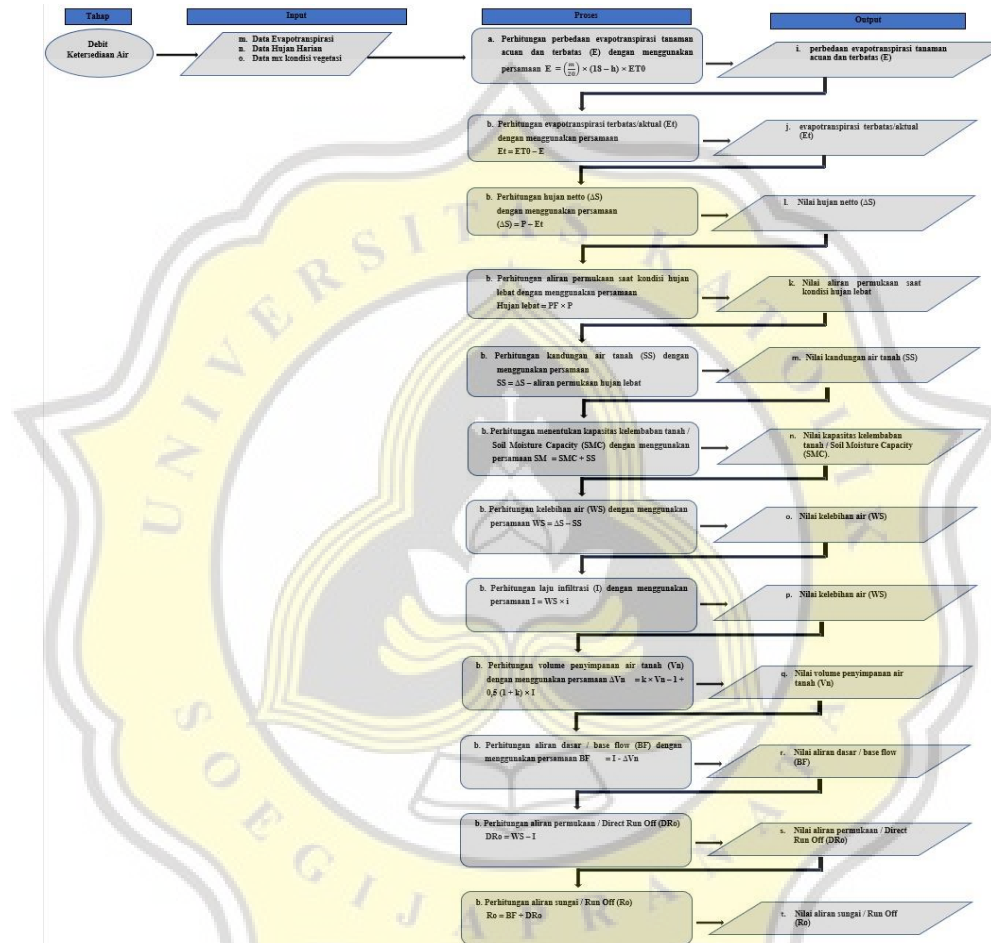
Tugas Akhir
 Simulasi Pola Operasi Waduk Logung Kabupaten Kudus (Studi Kasus Untuk Kebutuhan Air Irigasi)



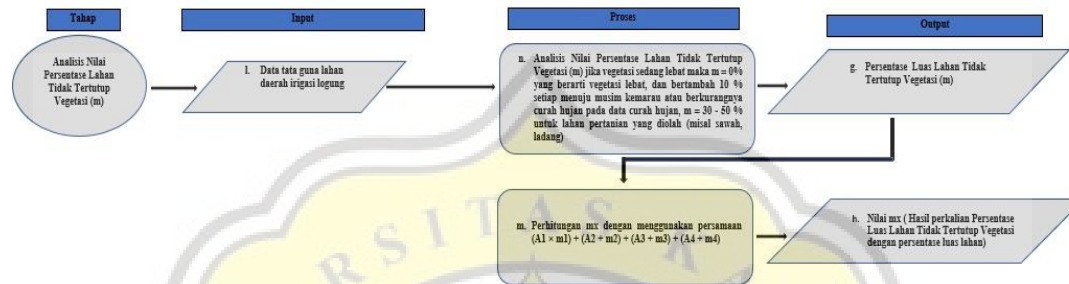
Gambar 3.4 Analisis Evapotranspirasi



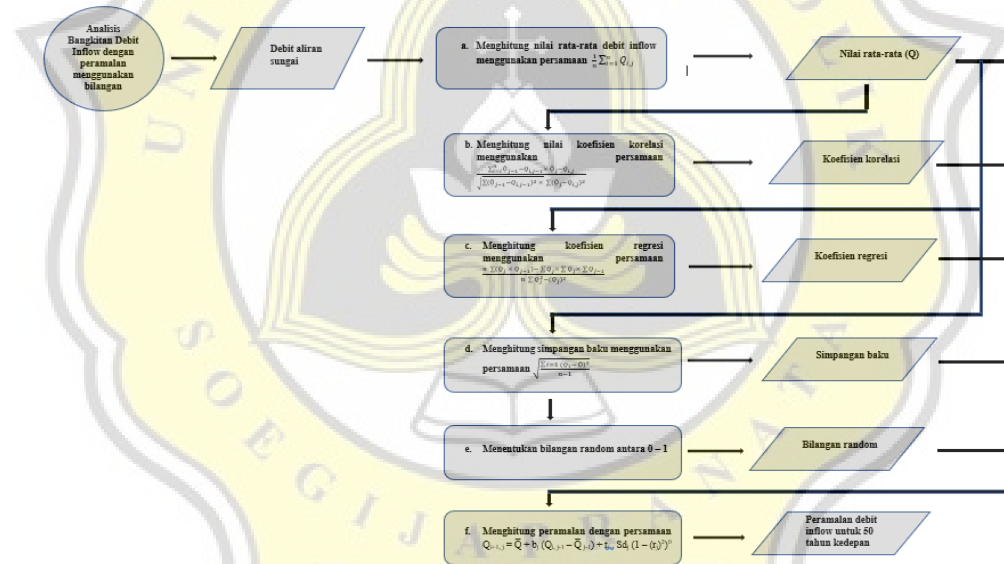
Gambar 3.5 Analisis Evapotranspirasi



Gambar 3.6 Alur Debit Ketersediaan Air

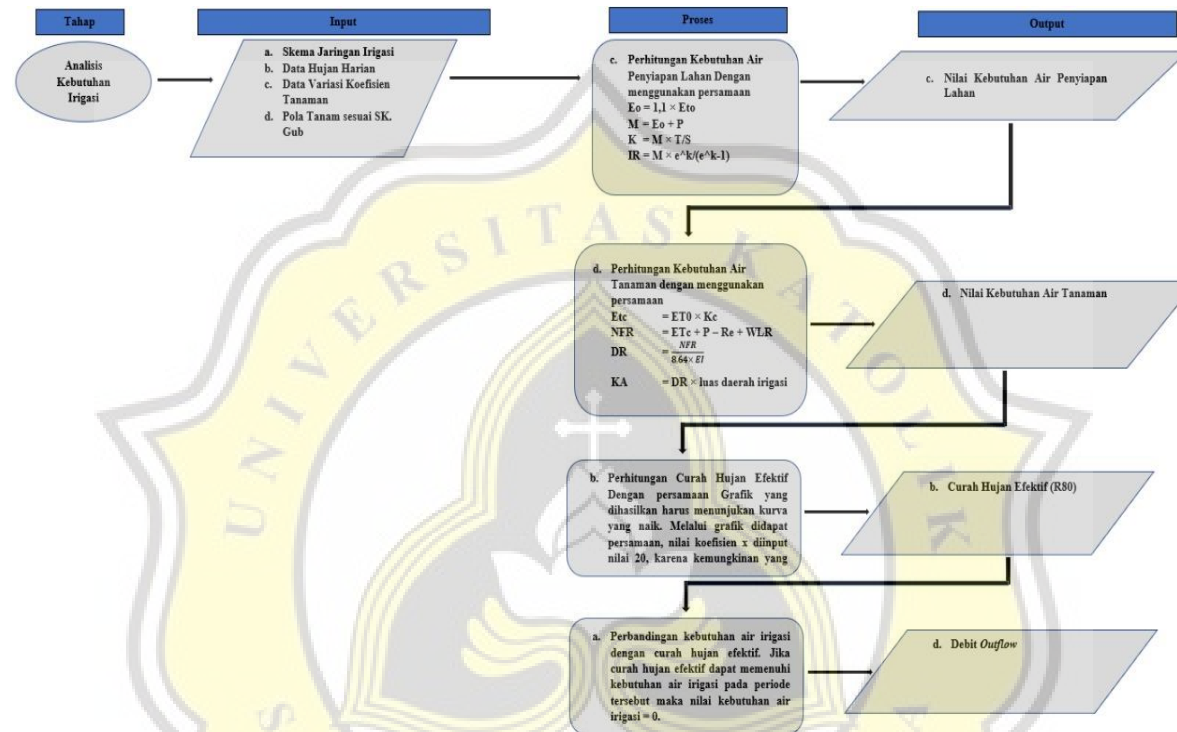


Gambar 3.7 Analisis Nilai Presentase Lahan Tidak Tertutup Vegetasi



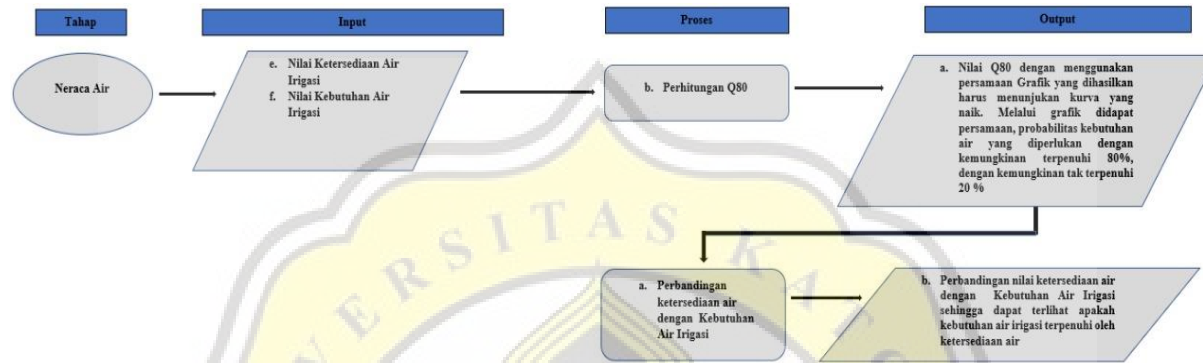
Gambar 3.8 Gambar Analisis Bangkitan Debit Inflow

Tugas Akhir
 Simulasi Pola Operasi Waduk Logung Kabupaten Kudus (Studi Kasus Untuk Kebutuhan Air Irigasi)

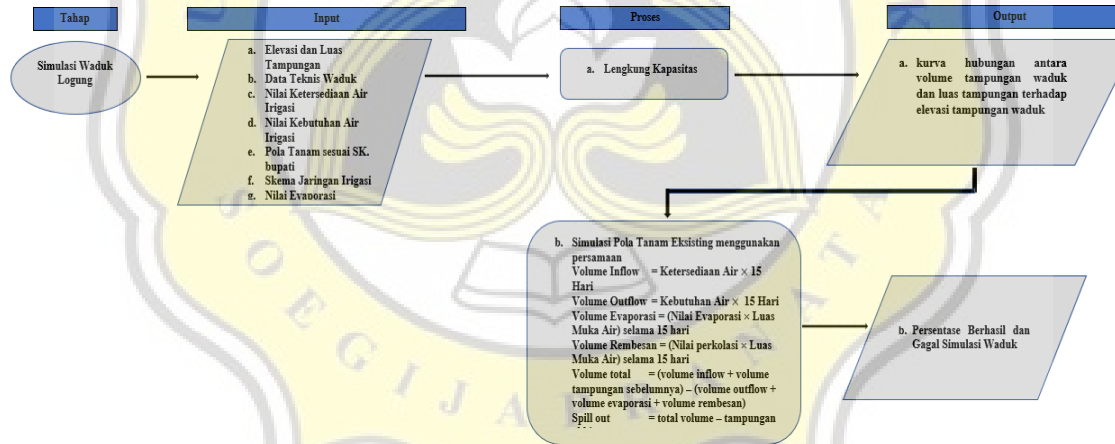


Gambar 3.9 Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Tugas Akhir
 Simulasi Pola Operasi Waduk Logung Kabupaten Kudus (Studi Kasus Untuk Kebutuhan Air Irigasi)



Gambar 3.10 Neraca Air



Gambar 3.11 Simulasi Waduk Logung



3.2. Studi Literatur

Pada studi literatur ini mempunyai tujuan untuk mengetahui dasar-dasar teori yang digunakan untuk mendukung pengerjaan penelitian. Selain itu, studi literatur ini dapat juga digunakan untuk mendalami mengenai masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, sehingga tujuan dari penelitian dapat tercapai. Dasar-dasar teori yang digunakan yaitu buku, dan jurnal ilmiah yang berkaitan dengan tema. Berikut adalah *input* yang digunakan antara lain: teori analisis ketersediaan air, teori analisis evaporanspirasi, teori analisis kebutuhan air irigasi, dan teori simulasi pola operasi waduk. Pada studi literatur ada beberapa sumber yang digunakan, yaitu:

1. Standar Perencanaan Irigasi KP-01 & KP-02
2. SNI-7745-2012-Tata Cara Perhitungan Evapotranspirasi Tanaman Acuan Metode *Penman-Monteith*
3. Hidrologi terapan
4. Jurnal ilmiah

Hasil dari studi literatur yang dicari antara lain: teori analisis ketersediaan air, teori analisis evaporanspirasi, teori analisis kebutuhan air, dan teori pola operasi waduk.

3.3. Pengumpulan Data Sekunder

Pada pengumpulan data sekunder bertujuan untuk pengumpulan data-data sekunder yang bisa digunakan untuk melakukan analisis data. Data yang diperlukan untuk mengolah perhitungan antara lain: data teknis waduk, data hujan harian, data klimatologi, data pola tanam eksisting, peta DAS, letak koordinat stasiun klimatologi dan stasiun hujan. Berikut penjelasan dari data yang dibutuhkan dan pengolahan data pada penelitian ini:

1. Data hujan tahunan, terdapat di masing-masing stasiun hujan yang berada di dekat DAS Logung. Data ini bisa didapat dari BBWS Pemali Juana Provinsi Jawa Tengah. Data hujan tahunan digunakan untuk menghitung debit ketersediaan di Waduk Logung menggunakan metode *Mock* dan melakukan perhitungan curah hujan efektif. Curah hujan efektif digunakan untuk dasar perhitungan kebutuhan air tanaman. Selain itu, data hujan juga digunakan untuk bangkitan debit *inflow*.



2. Data klimatologi, terdapat pada pos klimatologi Pladen. Data ini didapat dari BBWS Pemali Juana Provinsi Jawa Tengah. Data ini digunakan untuk perhitungan evapotranspirasi.
3. Data teknis Waduk Logung yang didapat dari tim perencana pembangunan Waduk Logung, data tersebut berupa keadaan eksisting waduk, data tanah, data topografi, kondisi DAS dan kondisi DI. Data ini didapatkan dari BBWS Pemali Juwana
4. Gambar potongan memanjang dan melintang, berfungsi untuk mengetahui elevasi dasar, elevasi tamoungan mati, elevasi tampungan efektif, elevasi pelimpah, dan elevasi banjir Waduk Logung.
5. Gambar situasi maindam berfungsi untuk mengetahui lokasi bendung, dan pelimpah.
6. Peta Daerah Irigasi (DI) Logung yang didapat dari BPSDA Serang Lusi Juana, untuk mengetahui luas daerah layan Waduk Logung.
7. Skema jaringan irigasi yang didapat dari BBWS Pemali Juana, digunakan untuk mengetahui luas daerah irigasi.
8. Data pola tanam eksisting sesuai surat keputusan bupati yang didapat dari BBWS Pemali Juana, merupakan data yang menunjukkan pola tanam yang sudah ada dan jenis varietas tanaman yang digunakan serta sistem penggolongan.
9. Data tanah yang didapat dari tim perencana pembangunan Waduk Logung, digunakan untuk analisis laju infiltrasi pada DAS dan tampungan.
10. Data pola tanam yang sesuai dengan surat keputusan Bupati.

3.4. Pengolahan Data

Pada proses pengolaha data, setelah semua data-data yang digunakan sudah terkumpul maka data dapat diolah untuk dianalisis. Analisis data yang dilakukan meliputi tahapan sebagai berikut:

1. Analisis ketersediaan air

Metode yang digunakan adalah metode dari *Mock* (1973), dengan tahapannya sebagai berikut:



a. Analisis daerah aliran air Waduk Logung

Analisis menggunakan peta DAS yang dibuat menggunakan aplikasi arcgis, dan membutuhkan beberapa data yaitu: data koordinat waduk, kontur tanah di sekitar waduk, data aliran air sungai di waduk tersebut, arus aliran yang berasal dari waduk tersebut, peta RBI, peta citra, google earth. Pemetaan menggunakan arcgis juga digunakan untuk melihat letak koordinat stasiun hujan terdekat pada Waduk Logung. Menurut data dari BBWS Pemali Juana Semarang, diketahui ada dua pos stasiun hujan yang letaknya berada disekitar DAS Logung antara lain stasiun hujan Cendono Dawe, dan stasiun hujan Tanjungrejo.

b. Analisis curah hujan kawasan

Curah hujan kawasan didapat dari rata-rata hujan dengan intensitas yang berbeda-beda berdasarkan bobot perbandingan wilayah. Selanjutnya dilakukan perhitungan luas daerah pengaruh dengan menghubungkan stasiun hujan dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Luasan daerah yang dibentuk oleh batasan garis poligon tersebut menjadi pengaruh dalam DAS Logung

c. Analisis klimatologi

Analisis klimatologi dapat digunakan untuk menghitung evapotranspirasi dengan Metode *Penman Monteith*. Data yang digunakan adalah suhu udara (T), kelembaban relatif (RH), penyinaran matahari (Rn) dan kecepatan angin (U).

d. Evapotrasnpirasi

Evapotranspirasi yaitu evaporasi dari permukaan lahan melalui tumbuh-tumbuhan. Digunakan metode *Penman-Monthieith* (SNI-7745-2012). Hasil dari perhitungan klimatologi selanjutnya dirata-rata digunakan untuk acuan nilai evapotranspirasi tahun berikutnya.

e. Analisis Nilai Persentase Lahan Tidak Tertutup Vegetasi

Kondisi Vegetasi didapat dari data tata guna lahan DAS Logung tahun 2019. Apabila jumlah curah hujan masih tinggi yang berarti kondisi vegetasi sedang lebat maka $m = 0\%$ yang berarti vegetasi lebat, dan bertambah 10%



setiap menuju musim kemarau atau berkurangnya curah hujan pada data curah hujan, $m = 30 - 50 \%$ untuk lahan pertanian yang diolah (misal sawah, ladang)

f. Analisis Debit Ketersediaan Air

Analisis debit ketersediaan air menggunakan Metode *Mock* dengan mengakumulasi jumlah hari hujan per 15 harian. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan pengolahan data meliputi Kondisi Vegetasi, Curah Hujan, Jumlah Hari Hujan, dan Evapotranspirasi.

g. Bangkitan data debit *inflow*

Bangkitan data debit *inflow* digunakan untuk meramalkan data debit ketersediaan untuk masa yang datang dengan metode statistik atau disebut metode *Thomas-Fiering* untuk memproyeksikan debit aliran sungai untuk 50 tahun kedepan.

h. Keseimbangan air

Keseimbangan air dapat digambarkan dengan proses aliran air yang terjadi dalam waktu yang berbeda-beda pada setiap jenis tanah dan setiap jenis tanaman.

i. Simpanan air bawah permukaan

Nilai *run off* dan air tanah nilainya dipengaruhi oleh keseimbangan air dan kondisi tanahnya. Masuk dan keluarnya air disuatu tempat sehingga dapat diketahui jumlah air tersebut kekurangan ataupun kelebihan.

j. Aliran permukaan atau sungai

Curah hujan yang mengalir ke sungai karena gaya gravitasi, baik melalui permukaan maupun sub permukaan.

k. Curah hujan efektif

Curah hujan efektif yaitu perhitungan untuk menghitung curah hujan yang jatuh dan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya.

2. Analisis kebutuhan air irigasi

Kebutuhan air irigasi yaitu jumlah volume air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan tanaman yang kehilangan air. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, jenis, dan variasi tanaman, koefisien tanaman, luas lahan



area tanam, sistem pengelompokan lahan, perkolasi, kebutuhan air untuk mengganti lapisan air, kebutuhan air untuk penyiapan lahan, kebutuhan air konsumtif, kebutuhan air irigasi, efisien irigasi dan kebutuhan air di pintu pengambilan.

a. Perhitungan curah hujan efektif

Perhitungan curah hujan efektif dilakukan dengan cara diambil data curah hujan efektif 15 harian, kemudian data hujan diurutkan dari yang terkecil ke terbesar. Setelah itu dicari curah hujan efektifnya menggunakan grafik *trendline*. Selanjutnya didapat persamaan dengan hasil nilai R80 (Nilai Curah Hujan Efektif)

b. Kebutuhan Air Penyiapan Lahan

Kebutuhan air penyiapan lahan pada studi ini menggunakan metode yang dikembangkan oleh *Van de Goor* dan *Zijstra* (1968). Metode ini didasarkan pada laju air konstan dalam lt/dt/ha selama periode penyiapan lahan.

c. Kebutuhan Air Untuk Tanaman

Selama masa pertumbuhan tanaman, tanaman memerlukan air untuk menunjang pertumbuhannya. Analisis kebutuhan air tanaman didapat melalui perhitungan nilai R_e dikalikan dengan rumus sesuai jenis tanaman. Perhitungan air untuk tanaman ditentukan oleh beberapa faktor seperti evapotranspirasi, jenis tanah, dan jenis varietas tanaman.

3. Analisis neraca air

Analisis neraca air digunakan untuk mengetahui keseimbangan ketersediaan air dan kebutuhan air yang berguna untuk optimasi pada manajemen sumber daya air dan menyeimbangkan jumlah air, digunakan debit dengan keandalan 80%.

a. Perhitungan Q80

b. Perbandingan nilai Q80 dengan nilai kebutuhan irigasi

3.5. Simulasi Pengoperasian Waduk

Simulasi Pengoperasian Waduk dapat dilakukan setelah menemukan hasil volume ketersediaan air (*inflow*), volume kebutuhan air untuk irigasi, volume evaporasi dan



volume rembesan pada tampungan waduk. Simulasi waduk bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi dan optimalisasi pengoperasian waduk berdasarkan pola tanam eksisting. Simulasi dapat dikatakan berhasil jika volume pada tampungan melebihi volume tampungan mati (sedimentasi). Setelah mendapatkan hasil dari simulasi yang sesuai dengan surat Keputusan Bupati, kemudian dilakukan optimalisasi dengan cara menggeser awal masa tanam hingga mendapat masa tanam yang optimal. Dari optimalisasi tersebut, didapat persentase keberhasilan dan kegagalan tiap periodenya dari tahun 2011 hingga 2070. Selain menggeser masa tanam, optimasi juga dilakukan dengan mengembangkan luas daerah irigasi logung hingga mendapat perluasan yang memiliki persentase gagal lebih sedikit daripada kondisi eksisting.

1. Analisis lengkung kapasitas waduk

Menjelaskan hubungan antara luas muka air, volume tampungan efektif, volume tampungan mati, dan elevasi. Setelah itu digunakan untuk menentukan volume total waduk berdasarkan topografi dan mengetahui besarnya kehilangan air akibat perkolasi.

2. Simulasi Pola Tanam Eksisting

Simulasi dengan pola tanam eksisting ini bertujuan untuk mengetahui persentase keberhasilan dan kegagalan dari pola operasi waduk yang sudah ada yaitu tahun 2011 hingga 2070. Simulasi ini memperhitungkan jumlah air yang masuk ke suatu sistem tampungan dikurangi dengan jumlah air yang keluar dari suatu sistem tersebut atau disebut *inflow* dikurangi *outflow*.

3. Optimalisasi Waduk Logung

Optimalisasi dilakukan dengan cara optimalisasi pola operasi Waduk Logung yaitu dengan menggeser awal masa tanam tanpa mengubah pola tanamnya

4. Tampungan Awal

Tampungan awal merupakan tampungan akhir periode sebelumnya.

5. Luas Area

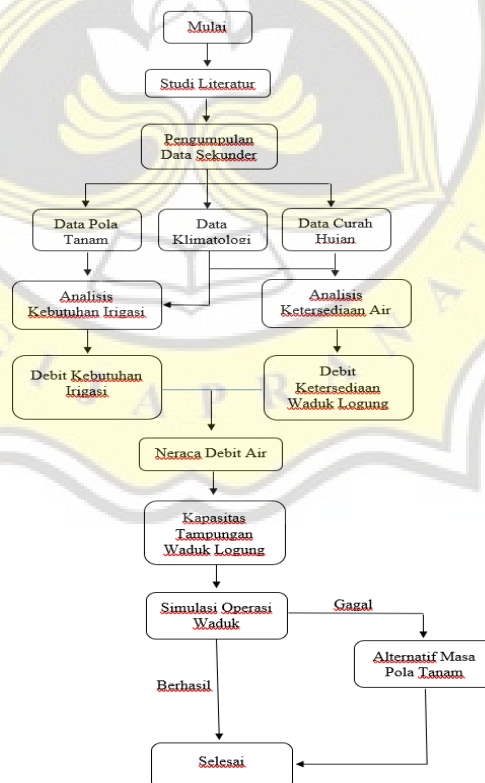
Luas permukaan pada saat elevasi tampungan awal.

6. Volume Muka Air Akhir

Volume muka air akhir didapat penjumlahan volume *inflow*, dan volume tampungan sebelumnya dikurangi volume *outflow*, volume evaporasi, dan volume rembesan.

3.6. Alur Pengerjaan

Alur pengerjaan pada penelitian ini dimulai dari mencari studi literatur dan kemudian mengumpulkan yang digunakan untuk menunjang perhitungan pada penelitian. Setelah kita mendapatkan data luas lahan pertanian, dan data pola tanam kita akan mendapatkan hasil dari perhitungan yaitu analisis kebutuhan irigasi dan debit air untuk kebutuhan irigasi. Pada data curah hujan dan daerah aliran sungai akan didapat hasil analisis ketersediaan air dan debit air ketersediaan di Waduk Logung. Setelah didapat hasil debit air untuk kebutuhan irigasi dan debit air ketersediaan waduk logung kita mencari neraca debit air, kapasitas tampungan Waduk Logung, simulasi operasi waduk, alternatif masa pola tanam. Pada alur pengerjaan dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Alur Pengerjaan dan Pengolahan Data