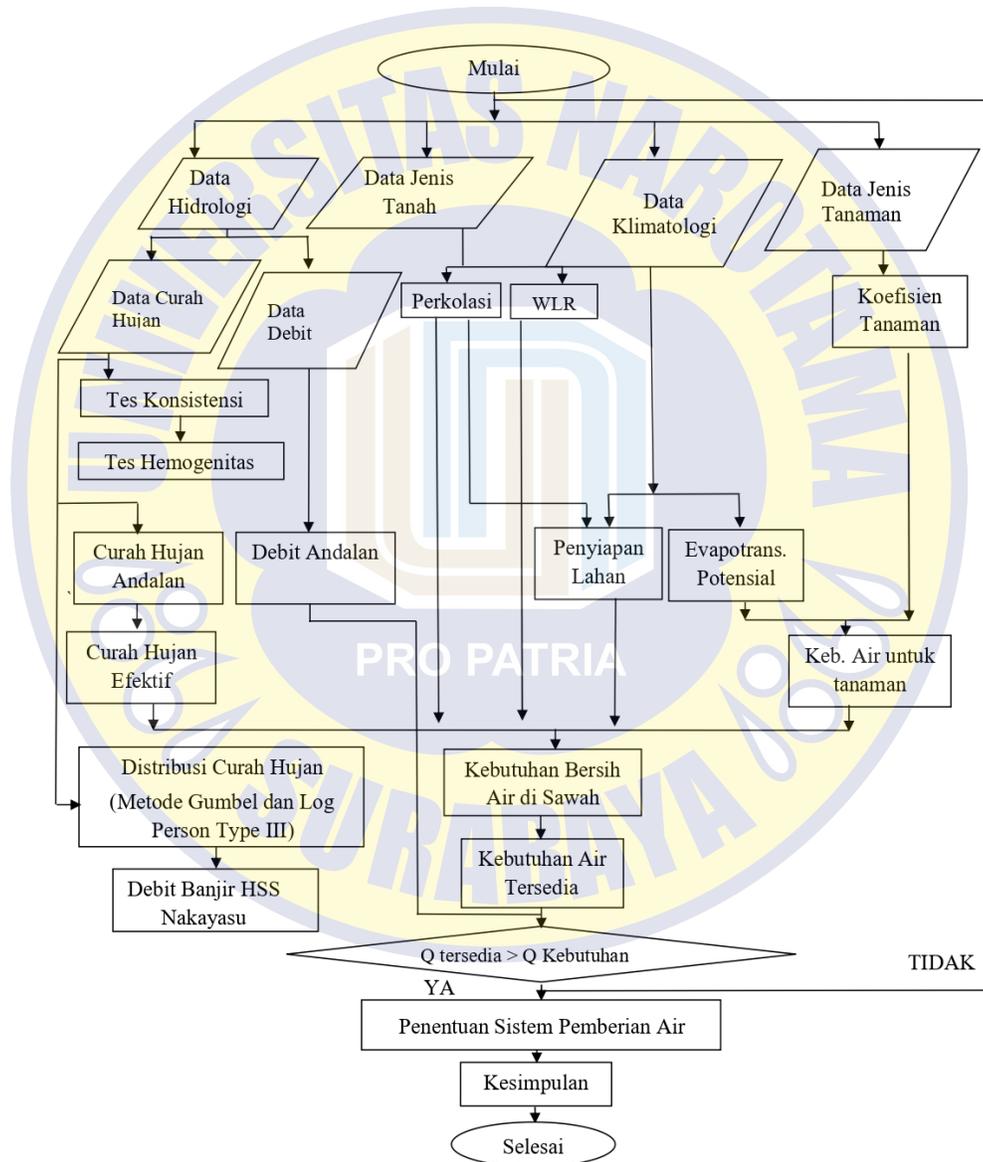


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Pembahasan Studi



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Daerah Studi

Propinsi Jawa Timur terbagi atas 38 kabupaten/ kotamadya, 662 kecamatan dan 8.253 desa/ kelurahan. Dilihat dari komposisi jumlah kecamatan, Kabupaten Jember memiliki jumlah yaitu 31 kecamatan. Letak astronomi Kabupaten Jember terletak pada 113, 30' – 113, 45' Bujur Timur dan 8, 00' – 8, 30' Lintang Selatan.

Penduduk Kecamatan Kencong ini terhitung padat, yaitu sebanyak 71,430 jiwa yang menempati daerah seluas 5865,3 ha. Penduduk tersebut terdiri dari 36,605 orang laki-laki dan 35,825 orang perempuan (Sumber :Badan Pusat Statistik Jember)

Adapun batas-batas administrasi Kecamatan Kencong adalah sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Kecamatan Jombang dan Kecamatan Umbulsari
Sebelah Selatan	: Terbentang Luas Perairan Laut Samudra Indonesia
Sebelah Timur	: Kecamatan Gumukmas
Sebelah Barat	: Kecamatan Jombang

Kecamatan Kencong dan wilayah sekitarnya mempunyai iklim tropis yakni musim hujan dan kemarau dengan temperatur udara rata-rata bulanan berkisar antara 23,71°C sampai 29,34°C dan curah hujan harian berkisar antara 0 sampai 174 mm per hari.

Daerah Irigasi Pondok Waluh dengan luas areal 7.203 Ha, berada di wilayah kerja Pengamat Pengairan Kencong dan Pengamat Pengairan Gumukmas, Dinas Pengairan Kabupaten Jember.

Sedangkan secara administrasi berada di desa Jombang, Padomasan dan Keting di Kecamatan Jombang, desa Kencong, Cakru, Paseban, Kraton dan Wonorejo Kecamatan Kencong, desa Kepanjen, Mayangan, Gumukmas, Menampu dan Mulyorejo Kecamatan Gumukmas serta desa Mojosari Kecamatan Puger, Kabupaten Jember.

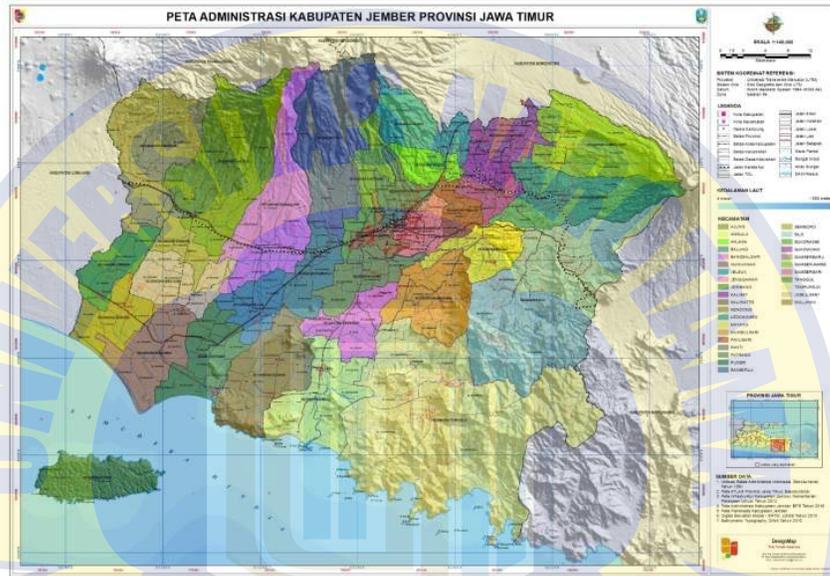
Kondisi areal pertanian relatif datar serta sebagian besar ditanami padi.

Daerah Irigasi Pondok Waluh dibatasi oleh :

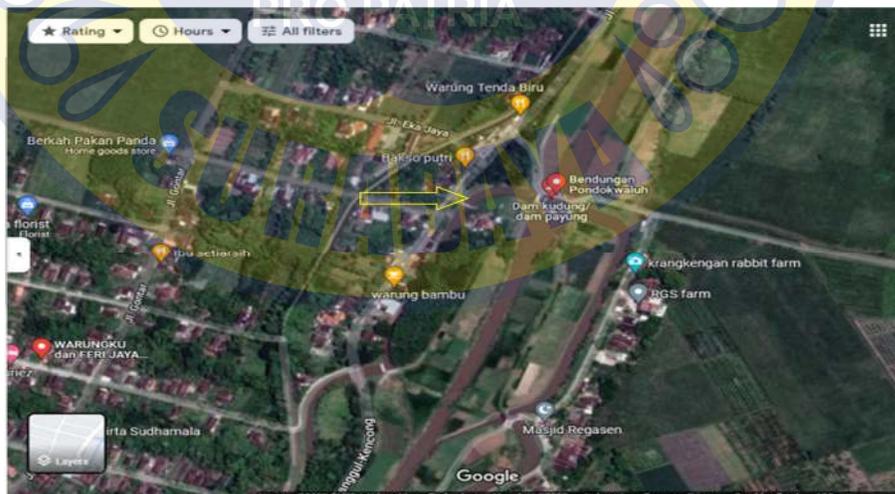
- sebelah utara : DI. Bondoyudo

- sebelah timur : Sungai Besini
- sebelah selatan : Samudra Indonesia
- sebelah barat : Sungai Bondoyudo

Untuk peta Kabupaten Jember dan Lokasi Daerah Studi dapat dilihat pada gambar 3.2 dan gambar 3.3

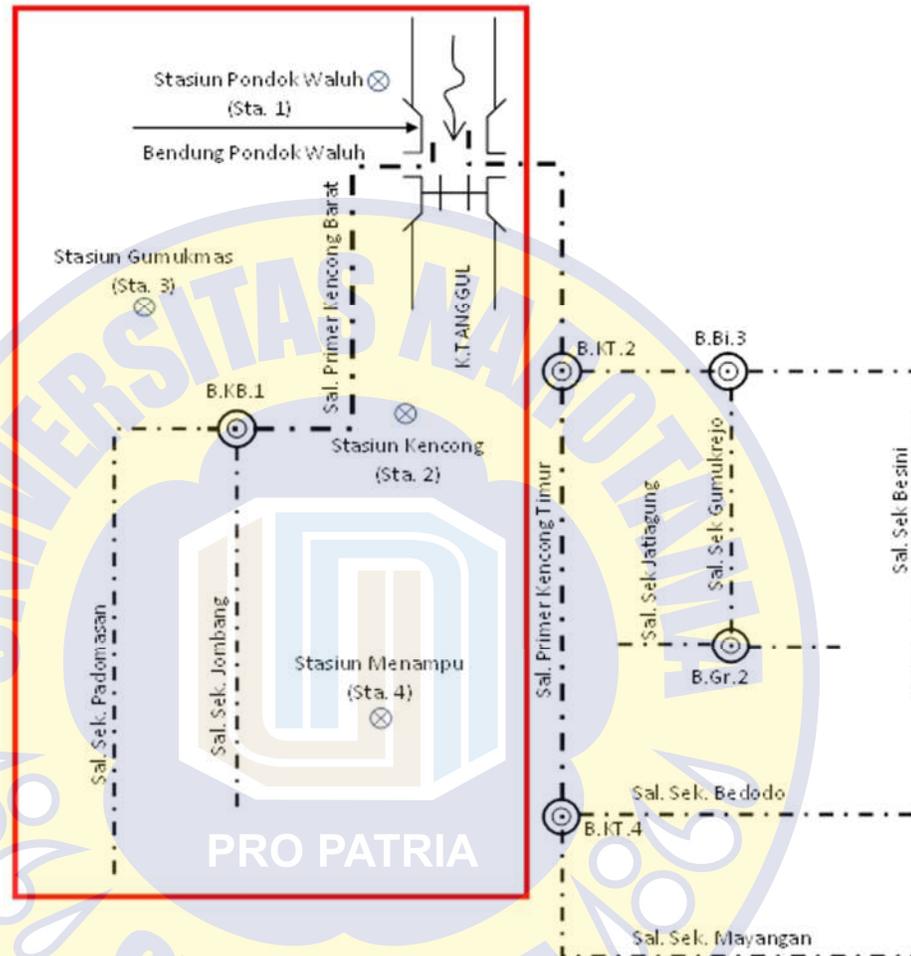


Gambar 3.2. Peta Administrasi Kabupaten Jember



Gambar 3.3. Lokasi Daerah Studi

3.2.1. Peta Skema Jaringan Irigasi Pondok Waluh



Gambar 3.4. Skema Jaringan Irigasi

Jaringan Irigasi DI. Pondok Waluh memanfaatkan sumber air dari K. Tanggul melalui bendung Pondok Waluh sebagai bangunan penangkap airnya.

Secara umum kondisi jaringan irigasi Pondok Waluh masih berfungsi dengan baik yang airnya dialirkan melalui saluran-saluran pembawa yaitu

- Saluran Primer Kencong Barat dengan panjang saluran 2,441 Km
- Saluran Sekunder Jombang dengan panjang saluran 6,516 km

- Saluran Sekunder Padomasan dengan panjang saluran 12,071 Km
- Saluran Sekunder Tanggal dengan panjang saluran 0,595 Km

3.3. Metode Pengumpulan Data

Data-data yang mendukung adalah sebagai berikut:

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan diperoleh dari stasiun-stasiun pengukur curah hujan yang berada dilokasi. Data curah hujan ini diperoleh dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember, yaitu meliputi ::

- Stasiun Pondok Waluh
- Stasiun Kencong
- Stasiun Gumukmas
- Stasiun Menampu

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun terakhir yang dimulai dari tahun 2012 sampai tahun 2021.

2. Data Debit

Data debit yang digunakan adalah data debit intake Bendung Pondok Waluh mulai tahun 2012 sampai 2021. Data debit intake Bendung Pondok Waluh diperoleh dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember.

3. Data Klimatologi

Data klimatologi yang digunakan adalah data klimatologi pada tahun 2021. Data klimatologi ini merupakan data yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Jawa Timur yang terdiri dari data kecepatan angin rata-rata bulanan, data penyinaran matahari bulanan, data temperatur udara rata-rata bulanan, dan data kelembaban relatif rata-rata bulanan.

4. Skema Jaringan Irigasi

Data Skema jaringan irigasi ini digunakan untuk mengetahui luas lahan pertanian yang akan diairi dan diperoleh dari Dinas PU Pengairan Kabupaten Jember dan UPTD Pengairan Kencong.

5. Peta-peta Pendukung

Peta-peta pendukung yang diperlukan antara lain:

- Peta Kabupaten Jember

Peta-peta tersebut diperoleh dari Dinas Pengairan Kabupaten Jember dan UPTD Pengairan Kencong.

3.4. Langkah – langkah Pengolahan Data

Untuk memperlancar langkah–langkah pengerjaan dalam studi ini, maka diperlukan tahapan–tahapan sebagai berikut :

1. Menghitung Curah Hujan

- ⊙ Tes konsistensi

Data curah hujan akan memiliki kecenderungan untuk menuju suatu titik tertentu yang biasa disebut dengan pola atau trend. Data yang menunjukkan adanya perubahan pola atau trend tidak disarankan untuk digunakan. Analisa hidrologi harus mengikuti trend, dan jika terdapat perubahan harus dilakukan koreksi. Untuk melakukan pengecekan pola atau trend tersebut dilakukan dengan menggunakan teknik kurva massa ganda yang berdasarkan prinsip setiap pencatatan data yang berasal dari populasi yang sekandung akan konsisten, sedangkan yang tidak sekandung akan tidak konsisten, dan akan menimbulkan penyimpangan arah/trend. Perubahan pola atau trend bisa disebabkan diantaranya oleh :

1. Perpindahan lokasi stasiun pengukur hujan.
2. Perubahan ekosistem terhadap iklim secara drastis, misal karena kebakaran.
3. Kesalahan ekosistem observasi pada sekumpulan data akibat posisi atau cara

pemasangan alat ukur yang tidak baik. Prinsip dasar metode kurva massa ganda adalah sebagai berikut; sejumlah stasiun tertentu dala wilayah iklim yang sama diseleksi sebagai stasiun dasar (pembanding). Rata-rata aritmetik dari semua stasiun dasar dihitung untuk setiap metode yang sama. Rata-rata hujan tersebut ditambahkan (diakumulasikan) mulai dari periode awal pengamatan. Demikian pula halnya dengan data stasiun utama yang akan

dicek pola atau trendnya. Kemudian diplot titik-titik akumulasi rerata stasiun utama dan stasiun dasar sebagai kurva massa ganda.

Pada kurva massa ganda, titik-titik yang tergambar selalu berdeviasi sekitar garis rata-rata, dan hampir merupakan garis lurus. Kalau ada penyimpangan yang terlalu jauh dari garis lurus tersebut maka mulai dari titik ini selanjutnya pengamatan dari stasiun yang ditinjau akan tidak akurat dengan kata lain data hujan curah hujan telah mengalami perubahan trend.

Koreksi yang digunakan untuk data yang mengalami penyimpangan arah / trend menggunakan metode regresi.

⊙ Tes homogenitas

Ketidak homogenitasan data curah hujan dapat disebabkan gangguan-gangguan atmosfer karena pencemaran atau adanya hujan buatan yang sifatnya insidental.

Menurut Harto (1993) untuk mengetahui homogenitas data hujan digunakan metode Buishand, metodenya disebut RAPS (Rescaled Adjusted Partical Sums)

Tabel 3.1 Nilai statistik Q

n	Q/√n		
	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29
20	1,10	1,22	1,42
30	1,12	1,24	1,46
40	1,13	1,26	1,50
50	1,14	1,27	1,52
100	1,17	1,29	1,55

Sumber : Sri, Harto, analisis hidrologi 1993

Tabel 3.2 Nilai statistik R

R√n		
90%	95%	99%
1,21	1,28	1,38
1,34	1,43	1,60
1,40	1,50	1,70
1,42	1,53	1,74

Sumber : Sri, Harto, analisis hidrologi 1993

- ⊙ Perhitungan curah hujan andalan dengan menggunakan metode tahun penentu (*Basic Year*).

Untuk mendapatkan curah hujan efektif, digunakan metode Basic Year, dimana menentukan suatu tahun tertentu sebagai tahun dasar perencanaan. Dalam studi ini, probabilitas keandalan curah hujan disesuaikan dengan probabilitas keandalan debit sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_x = \frac{n}{\left(\frac{100}{100 - X}\right) + 1} \dots \dots \dots (3-1)$$

Dimana :

R_x = curah hujan yang terjadi dengan tingkat keandalan tertentu (mm)

n = periode lamanya pengamatan curah hujan (tahun)

X = tingkat keandalan yang dikehendaki (%)

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan tahunan selama n tahun diurutkan dari kecil ke besar.
2. Dengan persamaan (2-11) diatas didapatkan urutan curah hujan yang diambil sebagai curah hujan andalan.
3. Curah hujan andalan yang diperoleh merupakan tahun dasar perencanaan.

- ⊙ Perhitungan curah hujan efektif, setelah melakukan perhitungan curah hujan andalan maka hasilnya digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan efektif.

A. Curah Hujan Efektif Untuk Tanaman Padi

Besarnya curah hujan efektif untuk tanaman padi ditentukan dengan 70% dari curah hujan andalan. Sedangkan besarnya curah hujan andalan didapat dengan menggunakan metode *Basic Year*. Curah hujan efektif diperoleh dari $70\% \times R_x$ per periode waktu pengamatan sehingga persamaannya adalah sebagai berikut (Anonim/KP Penunjang, 1986: 10):

$$Re_{padi} = 0,7 \times (R_x) \dots\dots\dots(3-2)$$

dengan :

Re padi = curah hujan efektif untuk padi sawah (mm/hr)
 R_x = tingkat hujan yang terjadi dengan tingkat kepercayaan tertentu (mm)

B. Curah Hujan Efektif Untuk Tanaman Palawija

Curah hujan efektif untuk tanaman palawija ditentukan berdasarkan evapotranspirasi yang terjadi, hujan serta ketersediaan air tanah yang siap untuk diserap (pendekatan kedalaman perakaran) dengan persamaan sebagai berikut (Anonim/KP-01, 1986: 175):

$$Re_{plw} = FD(1,25 \times R^{-0,824} - 2,93) \times (10^{0,0095 \times Eto}) \dots\dots\dots(3-3)$$

$$FD = 0,53 + (0,0116 \times D) - (8,94 \times 10^{-5} \times D^2) + (2,32 \times 10^{-7} \times D^3) \dots\dots(3-4)$$

Dimana :

Re plw = curah hujan efektif untuk palawija (mm/hr)
 FD = faktor kedalaman air tanah yang bisa dimanfaatkan oleh tanaman palawija (mm)
 D = kedalaman perakaran tanaman yang siap pakai (mm), dimana :
 D untuk tanaman Jagung = 80 mm

- ⊙ Menghitung Distribusi curah hujan daerah menggunakan metode Rerata Aljabar

Cara ini dilakukan analisa data curah hujan yang diamati dari setiap titik (point rainfall) / pos stasiun hujan menjadi curah hujan wilayah /daerah (areal rainfall) adalah dengan menggunakan Metode Rerata Aljabar dengan persamaan sebagai berikut (Sosrodarsono, 1976: 27):

$$\bar{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(3-5)$$

Dengan ;

$$\bar{R} = \text{areal rainfall / curah hujan daerah (mm)}$$

$R_1, R_2, \dots, R_n = \text{point rainfall / besarnya curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)}$

$n = \text{banyaknya pos penakar}$

- ⊙ Menghitung curah hujan rancangan menggunakan metode Distribusi Gumbel

Metode Aplikasi distribusi peluang yang digunakan untuk dianalisis data-data ekstrim curah hujan maksimum yaitu :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots(3-6)$$

$$T_r = \left[\frac{(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \right]^{0.5} \dots\dots\dots(3-7)$$

$$K = \frac{Y_i - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(3-8)$$

$$Y_i = -\ln \left[\frac{-\ln(T_r - 1)}{T_r} \right] \dots\dots\dots(3-9)$$

$$X_i = \bar{x} + T_r \cdot K \dots\dots\dots(3-10)$$

Dimana :

X = Curah hujan rata-rata

Y_n = *Reduced mean*

Y_T = *Reduced variate*

T_r = Periode ulang hujan

n = jumlah data

- ⊙ Menghitung curah hujan rancangan menggunakan metode Log Person Type III

Metode ini berdasarkan pada perubahan data yang ada ke dalam bentuk logaritma. Parameter statistik yang diperlukan untuk distribusi Log Pearson III adalah :

- Rata rata (r)
- Standar deviasi log (σ_R)
- Koefisien skew log (g)

persamaan-persamaan yang digunakan adalah :

$$r = \frac{\sum ri}{N} \dots\dots\dots(3-11)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum(ri - r)^2}{N - 1}} \dots\dots\dots(3-12)$$

$$g = \frac{N \sum(ri - r)^3}{(N - 1)(N - 2)(\sigma_R)^3} \dots\dots\dots(3-13)$$

Dimana :

ri = Logaritma hujan harian maksimum (mm/24 jam)

\bar{r} = Rata-rata ri

N = Banyaknya data

σ_R = Standar deviasi ri

g = Koefisien skew ri

Besarnya curah hujan harian maksimum dihitung dengan persamaan :

$$\log R_T = r + K \cdot \sigma_R \dots\dots\dots(3-14)$$

dimana :

R_T = curah hujan harian maksimum dalam PUH TR (mm/24 jam)

K = *Skew Curve* Faktor, dihitung dengan menggunakan Tabel 3.3 berdasarkan koefisien skew (g) dan periode ulang (T)

Tabel 3.3 *Skew Curve* Factor (K) digunakan dalam distribusi peluang Log Pearson Type III

koefisien kews (g)	Periode ulang hujan (tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	Probabilitas					
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01
2	-0.307	0.069	1.302	2.219	2.912	3.605
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.700	3.271
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.5	-0.083	0.806	1.323	1.910	2.311	2.686
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326
-0.1	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.843	2.029
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955
-0.6	0.099	0.857	1.20	1.528	1.720	1.880
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-0.9	0.143	0.854	1.147	1.407	1.594	1.660
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.116	1.197

koefisien kews	Periode ulang hujan (tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	Probabilitas					
-1.8	0.232	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990

Sumber : Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987.

- ⊙ Menghitung debit banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu
Seseorang yang berasal dari Jepang yang bernama Nakayasu telah melakukan penyelidikan hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang., sehingga ia dapat merumuskan sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6[0,3T_p + T_{0,3}]} \dots\dots\dots(3-15)$$

dimana :

- Q_p = Debit puncak banjir (m³/detik)
- R₀ = Hujan satuan (mm)
- T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- T_{0,3} = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai 30% debit puncak (jam)

Bagian lengkung naik untuk hidrograf satuan sintetik mempunyai persamaan :

$$Q_d = Q_p (t / t_p)^{2.4} \dots\dots\dots (3-16)$$

Bagian lengkung turun untuk hidrograf satuan mempunyai persamaan :

$$Q_d > 0,3 Q_p : Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t,t_p}{0,3}}$$

$$0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 Q_p : Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t,tp+1,5t0.3}{0,3} \cdot 1,5t}$$

$$0,3^2 \cdot Q_p > Q_d : Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t,tp+1,5t0.3}{0,3} \cdot 2t}$$

Tenggang waktu :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots (3-17)$$

Dimana :

$$L < 15 \text{ km, } t_g = 0,21 L^{0,7}$$

$$L > 15 \text{ km, } t_g = 0,4 + 0,058 L$$

L = panjang saluran aluran sungai (km)

T_g = waktu konsentrasi (jam)

Q_d = limpasan sebelum mencapai puncak (m^3 / dt)

t = waktu

$t_1 = 0,5.t_g$ sampai t_g (jam)

$t_{0,3} = x.t_g$ (jam)

dimana x :

- d. untuk daerah pengairan biasa = 2
- e. untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat = 1,5
- f. Untuk hidrograf naik yang cepat dan menurun yang lambat = 3

2. Pengolahan Data Debit

Pengolahan data debit Bendung Pondok Waluh digunakan untuk mengetahui debit tersedia dengan peluang kejadian sebesar 97% (kering), 75% (rendah), 51% (normal), dan 26% (cukup) yang dipenuhi atau dilampaui dari debit rata-rata sumber air pada pencatatan debit tiap 10 harian untuk masing-masing tanam. Digunakan metode tahun dasar (*Basic Month*) yaitu mengambil satu pola debit dari tahun tertentu yang peluang kejadiannya dihitung dengan menggunakan rumus Weibull.

3. Pengolahan Data Klimatologi

⊙ Pengolahan data klimatologi sehubungan dengan penyiapan lahan digunakan metode Van de Goor dan Zijlstra.

Metode Van de Goor dan Zijlstra (1968) dengan persamaan sebagai berikut (Anonim/KP-01, 1986: 160):

$$IR = \frac{M.e^k}{(e^k - 1)} \dots\dots\dots(3-18)$$

Dimana :

IR = kebutuhan air untuk pengolahan lahan (mm/hr)

M = kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evapotranspirasi dan perkolasi di sawah yang sudah dijenuhkan (mm/hr)

$$= E_o + P \dots \dots \dots (3-19)$$

E_o = evaporasi air terbuka selama penyiapan lahan (mm/hr)

$$= 1,1 \cdot E_{to} \dots \dots \dots (3-20)$$

P = perkolasi

$$k = (M \cdot T) / S \dots \dots \dots (3-21)$$

T = jangka waktu penyiapan lahan (hari)

S = kebutuhan air untuk penjenuhan ditambah dengan lapisan air 50 mm, yakni 200 + 50 = 250 mm seperti sudah diterangkan sebelumnya.

e = bilangan eksponensial (2,71828)

Berikut diperlihatkan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan yang dihitung menurut rumus di atas.

- ⊙ Data klimatologi diperlukan juga untuk menghitung nilai evapotranspirasi dengan Rumus Penman Modifikasi.

Metode Penman Modifikasi yang telah disesuaikan dengan keadaan daerah Indonesia (Suhardjono, 1994: 54) dengan rumus sebagai berikut :

$$E_{To} = c \cdot E_{to}^*$$

(3-22)

$$E_{to}^* = W \cdot (0,75 \cdot R_s - R_n) + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d) \dots \dots \dots (3-23)$$

Dimana :

c = angka koreksi Penman

W = faktor yang berhubungan dengan suhu (t) dan elevasi daerah

R_s = radiasi gelombang pendek (mm/hr)

$$= (0,25 + 0,54 \cdot n/N) \cdot R_a \dots \dots \dots (3-24)$$

R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka angot), tergantung letak lintang daerah (mm/hr)

n = lama kecerahan matahari yang nyata (tidak terhalang awan) dalam 1 hari (jam)

N = lama kecerahan matahari yang mungkin dalam 1 hari (jam)

$Rn1$ = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hr)
 $= f(t).f(ed).f(n/N).....(3-25)$

$f(t)$ = fungsi suhu
 $= \sigma.Ta^4.....(3-26)$

$f(ed)$ = fungsi tekanan uap
 $= 0,34 - 0,044\sqrt{ed}.....(3-27)$

$f(n/N)$ = fungsi kecerahan
 $= 0,1 + 0,9.n/N.....(3-28)$

$f(u)$ = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah (m/dt)
 $= 0,27 (1 + 0,864.u).....(3-29)$

$(ea-ed)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya

ed = tekanan uap jenuh
 $= ea . RH.....(3-30)$

ea = tekanan uap sebenarnya

RH = kelembaban udara relatif (%)

Prosedur perhitungan Eto berdasar rumus Penman Modifikasi adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1994: 56) :

1. Mencari data temperatur rata-rata bulanan (t)
2. Berdasar nilai (t) cari besaran (ea), (W), (1-W) dan f(t) dengan tabel PN.1
3. Mencari data kelembaban relatif (RH)
4. Berdasar nilai (ea) dan (RH) cari (ed) dengan tabel PN. 4
5. Berdasar nilai (ed) cari f(ed) dengan tabel PN. 5
6. Cari letak lintang daerah yang ditinjau
7. Berdasar letak lintang cari nilai (Ra) dengan tabel PN. 2
8. Cari data kecerahan matahari (n/N)

9. Berdasar nilai (R_a) dan (n/N) cari besaran (R_s) dengan tabel PN. 3 atau dihitung
10. Berdasar nilai (n/N) cari $f(n/N)$ dengan tabel PN. 6
11. Cari data kecepatan angin rata-rata bulanan (u)
12. Berdasar nilai (u) cari $f(u)$ dengan tabel PN. 7
13. Hitung besar $R_{n1} = f(t).f(ed).f(n/N)$
14. Cari besarnya angka koreksi (c) dengan tabel PN. 8
15. Berdasar besaran nilai W , $(1-W)$, R_s , R_{n1} , $f(u)$, ea , dan ed yang telah didapat hitung $E_{To}^* = W.(0,75.R_s - R_{n1}) + (1-W).f(u).(ea - ed)$
16. Hitung $E_{to} = c . E_{to}^*$
Untuk keadaan iklim Indonesia dimana RH cukup tinggi dan kecepatan angin antara rendah dan sedang, besaran c tersebut berkisar antara 0,86 sampai dengan 1,10.

4. Menghitung kebutuhan air tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Air dapat menguap melalui permukaan air maupun melalui daun-daun tanaman. Besar penguapan air permukaan (evaporasi) sangat erat berhubungan dengan faktor iklim yaitu (Suhardjono, 1994: 11):

- Suhu udara
- Kecepatan angin
- Kelembaban udara
- Kecerahan penyinaran matahari

Sedangkan besarnya air yang menguap melalui daun-daun tanaman (transpirasi), disamping dipengaruhi oleh keadaan iklim, juga erat berhubungan dengan faktor tanaman, yaitu (Suhardjono, 1994: 11):

- Jenis tanaman
- Varitas (macam) tanaman
- Umur pertumbuhan tanaman

Besar kebutuhan air tanaman adalah sebesar jumlah air yang hilang akibat proses evapotranspirasi. Kebutuhan air tanaman dapat dirumuskan sebagai berikut (Suhardjono, 1994: 12):

$$ET = k \cdot E_{to} \dots \dots \dots (3-31)$$

Dimana :

ET = kebutuhan air untuk tanaman (mm/hr)

k = koefisien tanaman, yang besarnya tergantung pada jenis, macam, dan umur

tanaman

E_{to} = evapotranspirasi potensial (mm/hr)

➤ **Koefisien Tanaman**

Besarnya koefisien tanaman (k) untuk setiap jenis tanaman berbeda – beda yang besarnya berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Dalam studi ini nilai koefisien yang digunakan disesuaikan dengan ketentuan dari NEDECO Prosida Study.

Tabel 3.4. Koefisien Tanaman

Padi (Varietas Unggul)		Palawija (Jagung)		Tebu	
Umur (hari)	K	Umur (hari)	K	Umur (bulan)	K
10	1.1	10	0.5	0-1	0.55
20	1.1	20	0.65	1-2	0.8
30	1.1	30	0.75	2-2.5	0.9
40	1.05	40	1.00	2.5-4	1.00
50	1.05	50	1.00	4-10	1.05
60	1.05	60	1.00	10-11	0.8
70	0.95	70	0.82	11-12	0.6
80	0.95	80	0.72		
90	0	90	0.45		

Sumber: Anonim KP-01, 1986:164

➤ **Perkolasi**

Perkolasi adalah gerakan air ke bawah dari zona tidak jenuh, yang terletak diantara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah (zona jenuh)

(Soemarto, 1987:80). Faktor-faktor yang mempengaruhi perkolasi adalah tekstur tanah, permeabilitas tanah, tebal lapisan tanah bagian atas dan letak permukaan tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengelolaan (puddling) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1 – 3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Harga perkolasi dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.5 Laju Perkolasi Untuk Berbagai Tekstur Tanah

No	Tekstur Tanah	Perkolasi (mm/hr)
1	Lempung Berpasir	3 – 6
2	Lempung	2 – 3
3	Liat lempung	1 – 2

Sumber : Wirosedarmo , 1985: 94

Pada daerah studi yaitu Daerah Irigasi Pondok Waluh mempunyai jenis tanah liat lempung yang tanahnya berwarna hitam dan mempunyai tampilan bongkah-bongkah yang pecah (retakan-retakan) dengan nilai perkolasi sebesar 2,0 mm/hr.

➤ **Penggantian Lapisan Air (WLR)**

Pergantian lapisan air erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Beberapa saat setelah penanaman, air yang digenangkan di permukaan sawah akan kotor dan mengandung zat-zat yang tidak lagi diperlukan tanaman, bahkan akan merusak. Air genangan ini perlu dibuang agar tidak merusak tanaman di lahan. Pergantian lapisan air dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan air yang terputus akibat kegiatan di sawah dengan ketentuan sebagai berikut (Dirjen Pengairan, 1986:165):

- a. WLR diperlukan saat terjadi pemupukan maupun penyiangan, yaitu 1-2 bulan dari *transplanting*.
- b. WLR = 50 mm (diperlukan penggantian lapisan air, diasumsikan 50 mm).
- c. Jangka waktu WLR = 1,5 bulan (selama 1,5 bulan air digunakan untuk WLR sebesar 50 mm).

5. Perhitungan kebutuhan air sawah

Pendugaan kebutuhan air di sawah dilakukan berdasarkan jenis tanaman, persamaan netto kebutuhan air (Netto Farm Requirement) dengan Metode Standar Perencanaan Irigasi yaitu dengan persamaan sebagai berikut (Anonim/KP-01, 1986: 157):

$$\text{NFR padi} = \text{LP} + \text{ET} + \text{WLR} + \text{P} - \text{Re padi} \dots \dots \dots (3-32)$$

$$\text{NFR plw} = \text{ET} - \text{Re plw} \dots \dots \dots (3-33)$$

Dimana :

NFR padi = netto kebutuhan air padi sawah (mm/hr)

NFR plw = netto kebutuhan air palawija (mm/hr)

LP = kebutuhan air untuk persiapan lahan (mm/hr)

ET = kebutuhan air untuk tanaman (mm/hr)

WLR = (Water Level Requirement) kebutuhan air untuk penggantian lapisan air (mm/hr)

P = perkolasi (mm/hr)

Re padi = curah hujan efektif untuk padi sawah (mm/hr)

Re plw = curah hujan efektif untuk palawija (mm/hr)

6. Perhitungan kebutuhan air yang Tersedia.

Besarnya kebutuhan air irigasi harus disesuaikan dengan besarnya masukan (inflow). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kebutuhan air di bangunan pengambilan air irigasi adalah:

9. Luas daerah irigasi
10. Pola tata tanam yang direncanakan
11. Evapotranspirasi potensial
12. Koefisien tanaman
13. Teknik pengolahan lahan
14. Perkolasi
15. Curah hujan efektif
16. Efisiensi irigasi

7. Perhitungan neraca air untuk menentukan apakah debit yang tersedia dapat mencukupi debit yang dibutuhkan.

Untuk mengetahui kebutuhan air irigasi untuk tanaman dan debit andalan yang tersedia di intake maka dibuat neraca air untuk suatu daerah irigasi. Sehingga kekurangan dan kelebihan air dapat dipantau dan dievaluasi pada perencanaan selanjutnya (Anonim, 2000 : II-4).

Dalam perhitungan neraca air, kebutuhan yang dihasilkannya untuk pola tata tanam yang dipakai akan dibandingkan dengan debit andalan untuk tiap setengah bulan dan luas tanah yang bisa diairi. Apabila debit sungai melimpah, maka luas daerah proyek irigasi adalah tetap karena luas maksimum daerah layanan (command area) dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola tanam yang dipakai. Bila debit sungai tidak berlimpah dan kadang-kadang terjadi kekurangan debit, maka ada 3 pilihan yang bisa dipertimbangkan (Anonim/KP-01, 1986 : 108) :

- ✓ Luas daerah irigasi dikurangi.
- ✓ Melakukan modifikasi dalam pola tata tanam.
- ✓ Rotasi teknis atau golongan.

8. Perhitungan optimasi sistem pembagian air.

Kriteria sistem pembagian air irigasi berdasarkan jumlah petak sekunder yang ada di daerah irigasi adalah sebagai berikut :

Untuk petak sekunder yang menjadi tiga blok (Blok A, B dan C). Pemberian air dibedakan menjadi tiga keadaan yaitu :

4. Jika debit tersedia $> 80\%$ debit maksimum pemberian air dapat dilakukan secara terus menerus.

5. Rotasi I

Jika debit tersedia 50-80% debit maksimum maka pemberian air dengan satu blok tidak diairi, dua blok diairi. Pemberian air terhadap blok A, B dan C terbagi menjadi 3 periode dalam waktu 7 hari = 168 jam.

d. Periode I : A dan B diairi, sedangkan C tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{A+B}{A+B+C} \times \frac{168}{2} \text{ Jam}$$

e. Periode II : A dan C diairi, sedangkan B tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{A+C}{A+B+C} \times \frac{168}{2} \text{ Jam}$$

f. Periode II : B dan C diairi, sedangkan A tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{B+C}{A+B+C} \times \frac{168}{2} \text{ Jam}$$

6. Rotasi II

Jika debit tersedia < 50% debit maksimum maka pemberian air dengan dua blok tidak diairi, satu blok diairi. Pemberian air terhadap blok A, B dan C terbagi menjadi 3 periode dalam waktu 7 hari = 168 jam

d. Periode I : A diairi, sedangkan B dan C tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{A}{A+B+C} \times 168 \text{ Jam}$$

e. Periode II : B diairi, sedangkan A dan C tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{B}{A+B+C} \times 168 \text{ Jam}$$

f. Periode II : C diairi, sedangkan A dan B tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{C}{A+B+C} \times 168 \text{ Jam}$$

Untuk petak sekunder yang terbagi menjadi dua blok (Blok A dan B).
Pemberian air dibedakan menjadi 2 keadaan yaitu :

3. Jika debit tersedia > 60% debit maksimum pemberian air dapat dilakukan secara terus menerus.

4. Jika debit tersedia < 60% debit maksimum maka pemberian air dengan satu blok tidak diairi dan satu blok diairi. Pemberian air terhadap blok A, B terbagi menjadi 2 periode dalam waktu 7 hari = 168 jam

b. Periode I : A diairi, sedangkan B tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{A}{A+B} \times 168 \text{ Jam}$$

b. Periode II : B diairi, sedangkan A dan C tidak diairi

$$\text{Lama pemberian air} = \frac{B}{A+B} \times 168 \text{ Jam}$$