

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di bumi, meliputi bentuk air, termasuk perubahan antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpan air yang mengatiskan kehidupan di planet bumi ini. Secara umum peranan hidrologi untuk analisis karakteristik keberadaan air tentang jumlah, waktu dan tempat, serta persoalan yang ada terkait dengan rencana pemanfaatan sumber daya air. Selanjutnya hasil analisis tersebut merupakan masukan untuk menyusun petunjuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air (Soemarto, 1999). Hidrologi banyak dipelajari terutama dibidang teknik sipil. Ilmu hidrologi dapat digunakan dalam memperkirakan jumlah air yang tersedia di suatu sumber air seperti mata air, sungai, danau, waduk dan sebagainya, memperkirakan jumlah debit banjir yang terjadi karena hujan, dan dapat memperkirakan jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman.

2.1.1 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun di permukaan selama waktu tertentu dalam satuan milimeter. Satuan curah hujan 1 milimeter adalah dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air setinggi 1 liter (Triatmodjo, 2008).

Data curah hujan diperoleh dari alat penakar yang terjadi hanya pada suatu titik. Data yang dikumpulkan dari lapangan oleh para petugas dipindahkan ke formulir yang telah disediakan dan dicatat berdasarkan suatu titik tertentu (*point rainfall*) sehingga didapatkan tinggi curah hujan rata-rata pada titik tersebut.

Data curah hujan yang akan digunakan dalam analisis hidrologi harus merupakan data yang mengandung kesalahan yang sekecil mungkin, karena menghilangkan sama sekali kesalahan adalah tidak mungkin. Hal tersebut harus dilakukan, karena besaran hujan termasuk hal terpenting dalam analisis apabila

kesalahan yang terbawa dalam data hujan terlalu besar maka hasil analisis pun diragukan (Harto, 2000). Kesalahan yang banyak terjadi dalam analisis curah hujan ialah hilangnya data curah hujan. Untuk mengurangi kesulitan analisis karena data yang hilang maka dapat dianalisis menggunakan beberapa metode yaitu metode aritmatik, metode perbandingan normal, dan metode *reciprocal*.

2.1.2 Curah Hujan Efektif

Hujan yang diharapkan terjadi selama satu musim tanam berlangsung disebut curah hujan efektif. Masa hujan efektif untuk satu lahan persawahan dimulai dari pengolahan tanah sampai tanaman dipanen, tidak hanya selama masa pertumbuhan. Dengan kata lain curah hujan efektif merupakan jumlah curah hujan yang tersedia untuk kebutuhan air tanaman (Subrmana, 2005).

Curah hujan efektif untuk tanaman lahan tergenang berbeda dengan curah hujan untuk tanaman pada lahan kering dengan memperhatikan pola periode musim hujandan musim kemarau. Perhitungan curah hujan efektif dilakukan atas dasar prinsip hubungan antara keadaan tanah, cara pemberian air dan jenis tanaman (Sosrodarsono, 2003). Besarnya curah hujan efektif dapat dipengaruhi sebagai berikut:

1. Cara pemberian air irigasi dengan cara penggenangan terus menerus atau berselang
2. Laju pengurangan air genangan di sawah yang harus ditanggulangi
3. Kedalaman lapisan air yang harus dipertahankan di sawah
4. Pemberian air ke petak, apakah setiap sadap melayani satu petak, atau petak bagian atas secara langsung dapat memberi air pada petak dibawahnya (pada daerah yang bertingkat)
5. Jenis tanaman dan tingkat ketahanan tanaman terhadap kekurangan air.

Curah hujan efektif dapat dihitung secara analitis dan secara empiris. Curah hujan efektif secara analitis menggunakan Metode Gumbel Tipe 1 yang berdasarkan pada Tabel 2.1. Sedangkan analisis curah hujan efektif secara empiris menggunakan Metode Harza. Penetapan nilai curah hujan R_{80} berdasarkan urutan banyak data yang digunakan.

Tabel 2.1 Hubungan *Reduced Mean* (Y_n) dan *Reduced Standard Deviation* (S_n) dengan Jumlah Data (n) (Soewarno, 2000)

n	Y_n	S_n	n	Y_n	S_n
5	0,4588	0,7928	20	0,5236	1,0628
6	0,4569	0,8388	21	0,5252	1,0694
7	0,4774	0,8749	22	0,5252	1,0755
8	0,4843	0,9013	23	0,5268	1,0812
9	0,4902	0,9288	24	0,5282	1,0865
10	0,4952	0,9496	25	0,5309	1,0914
11	0,4996	0,9697	26	0,5321	1,0961
12	0,5035	0,9833	27	0,5332	1,1005
13	0,5070	0,9971	28	0,5343	1,1017
14	0,5100	1,0095	29	0,5353	1,1086
15	0,5128	1,0206	30	0,5362	1,1124
16	0,5154	1,0306	31	0,5371	1,1159
17	0,5177	1,0397	32	0,538	1,1193
18	0,5198	1,0481	33	0,5388	1,1225
19	0,5217	1,0557	34	0,5396	1,1256

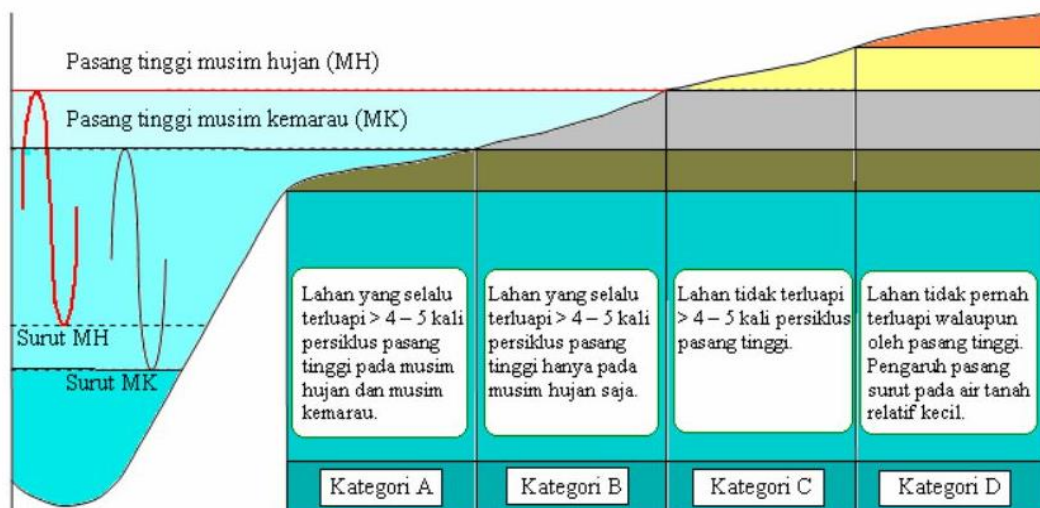
2.2 Lahan Rawa Pasang Surut

Lahan rawa pasang surut adalah lahan yang dipengaruhi oleh pasang (naik) dan surutnya (turun) air laut atau sungai. Berdasarkan sifat kimia air pasangannya, lahan pasang surut dibagi menjadi dua zona, yaitu zona pasang surut salin dan zona pasang surut air tawar (Adhi dkk, 1992). Lahan rawa pasang surut dikelompokkan menjadi empat tipologi utama berdasarkan jenis dan tingkat fisik kimia tanah sebagai berikut:

1. Lahan rawa potensial merupakan lahan rawa yang tidak memiliki lapisan tanah gambut dan lapisan pirit pada kedalaman lebih dari 50 cm
2. Lahan rawa sulfat masam merupakan lahan rawa yang tidak memiliki tanah gambut dan kedalaman lapisan pirit kurang dari 50 cm
3. Lahan rawa gambut merupakan lahan rawa yang memiliki ketebalan lapisan tanah gambut lebih dari 50 cm
4. Lahan rawa salin merupakan lahan pasang surut yang salinitas air (kadar garam) lebih dari 0.8%

Hidrotopografi lahan rawa pasang surut adalah hubungan antara elevasi topografi lahan dengan elevasi muka air sungai. Tipe hidrotopografi lahan dapat menunjukkan sejauh mana kemungkinan luapan air dapat menggenangi lahan. Berdasarkan luapan air pada lahan, tipe hidrotopografi dibedakan sebagai berikut:

1. Hidrotopografi tipe luapan A merupakan lahan yang selalu terluapi air sebanyak 4-5 kali pada siklus pasang surut pada musim hujan maupun musim kemarau dan berpotensi untuk ditanami tanaman padi.
2. Hidrotopografi tipe luapan B merupakan lahan yang hanya terluapi air sebanyak 4-5 kali pada siklus pasang surut pada musim hujan dan berpotensi untuk ditanami tanaman padi dan palawija.
3. Hidrotopografi tipe luapan C merupakan lahan yang terluapi air pasang surut kurang dari 4 kali tetapi dipengaruhi muka air tanah dengan kedalaman kurang dari 50 cm dan berpotensi ditanami tanaman padi tadah hujan, palawija, dan tanaman keras.
4. Hidrotopografi tipe luapan D merupakan lahan yang tidak pernah terluapi air pasang tetapi dipengaruhi muka air tanah dengan kedalaman lebih dari 50 cm dan berpotensi ditanami tanaman palawija dan tanaman keras.



Gambar 2.1 Klasifikasi Hidrotopografi Rawa Pasang Surut (Suhardjono,2014)

Lahan rawa pasang surut mempunyai keunggulan seperti areal lahan yang cukup luas, ketersediaan air yang berlebih, dan topografi datar. Hal tersebut menyebabkan lahan rawa pasang surut dapat dikembangkan potensinya sebagai lahan pertanian. Komoditas pertanian yang dapat dikembangkan meliputi tanaman pangan (padi dan palawija), hortikultura (sawi, terong, semangka, jeruk, dsb) dan perkebunan (kelapa, karet, dan kelapa sawit).

2.3 Evapotranspirasi

Evapotranspirasi merupakan salah satu mata rantai proses dalam siklus hidrologi yang dapat didefinisikan sebagai penguapan di semua permukaan yang mengandung air dari seluruh permukaan air, permukaan tanah, permukaan tanaman, permukaan yang tertutup tanaman. Evapotranspirasi dapat diartikan tebal air yang dibutuhkan untuk keperluan suatu jenis tanaman pertanian tanpa dibatasi oleh kekurangan air. Dengan kata lain, evapotranspirasi untuk tanaman merupakan kebutuhan air yang diperlukan oleh suatu jenis tanaman untuk mengganti air yang hilang akibat evapotranspirasi (Soewarno, 2000). Faktor-faktor yang memengaruhi terhadap besarnya evapotranspirasi antara lain radiasi matahari, kelembaban relatif, suhu, kecepatan angin, fisiologi tanaman, dan usur tanah.

Evapotranspirasi dibedakan menjadi evapotranspirasi potensial (ET_o) dan evapotranspirasi aktual (ET_a). Evapotranspirasi potensial (ET_o) umumnya dipengaruhi oleh faktor-faktor meteorologi seperti penyinaran matahari, kelembaban udara, suhu, dan kecepatan angin. Sedangkan evapotranspirasi aktual (ET_a) dipengaruhi oleh faktor fisiologi tanaman dan unsur tanah (Asdak, 2010).

2.3.1 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial (ET_o) adalah besarnya nilai evapotranspirasi di suatu lahan tanam apabila tersedia air dan pertumbuhan tanaman tidak terganggu, atau dalam pengertian lain ialah evapotranspirasi yang terjadi apabila tanah memiliki air yang cukup atau tidak kekurangan air dan seluruh vegetasi yang ada di atasnya menutupi seluruh permukaan tanah (Nuryanto, 2013).

Perhitungan evapotranspirasi potensial dapat dihitung menggunakan beberapa metode yaitu metode *Thornthwaite*, Radiasi, *Blaney-Criddle*, Metode Penman-Modifikasi, dan *Penman-Monteith*. Metode Penman-Modifikasi membutuhkan parameter dari data iklim yaitu suhu udara, radiasi matahari, kelembaban relatif, dan kecepatan angin. Sedangkan metode *Penman-Monteith* membutuhkan parameter dari data iklim, jumlah curah hujan, dan konstanta psikometrik. Hasil perhitungan menggunakan Metode *Penman-Monteith* ini juga lebih akurat dibandingkan dengan metode lain. Maka dari itu, *Food and Agriculture Organization* (FAO) merekomendasikan metode tersebut sebagai metode yang

paling akurat dan digunakan sebagai standar *universal* dalam memperkirakan nilai evapotranspirasi potensial (ET_o). Evapotranspirasi potensial (ET_o) dihitung dengan menggunakan Metode *Penman-Monteith* dari data-data yang tersedia pada stasiun iklim (Hasibuan, 2010). Faktor-faktor yang akan mempengaruhi evapotranspirasi potensial metode Penman-Modifikasi adalah sebagai berikut:

1. Faktor penyesuaian kondisi akibat cuaca siang dan malam (c)

Metode Penman-Modifikasi memberikan asumsi bahwa kondisi dimana radiasi diasumsikan sedang ke tinggi dan kecepatan angin pada siang hari diperkirakan dua kali kecepatan angin pada malam hari yang mana kondisi seperti ini tidak selamanya dapat terpenuhi. Untuk itu diperlukan faktor koreksi terhadap penggunaannya berdasarkan keadaan iklim seperti yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian (c) pada Persamaan Metode Penman-Modifikasi (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Rs (mm/day)	Rh _{max} = 30%				Rh _{max} = 60%				Rh _{max} = 90%			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Uday (m/sc)	Uday / Unight = 4.0											
0	0,86	1	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,79	0,84	0,92	0,97	0,92	1	1,11	1,19	0,99	1,1	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,1	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,9	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,16	1,27
	Uday / Unight = 3.0											
0	0,86	1	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,87	0,96	1,06	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,1	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
	Uday / Unight = 2.0											
0	0,86	1	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,83	0,91	0,99	1,05	0,89	0,98	1,1	1,14
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,7	0,8	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,7	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
	Uday / Unight = 1.0											
0	0,86	1	1	1	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,1	1,1
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94	0,99	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,7	0,84	0,93	0,72	0,72	0,95	1
9	0,27	0,41	0,59	0,7	0,5	0,6	0,75	0,87	0,62	0,62	0,87	0,96

Dimana:

Rh max = Nilai kelembaban maksimum

Rs = Besarnya radiasi sampai ke bumi (mm/hari)

Uday = Kecepatan angin siang (m/detik)

Uday/Unight = Perbandingan angin siang dan malam

2. Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari (W)

Faktor yang mempengaruhi penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial metode hubungan antara suhu udara rata-rata dengan ketinggian. Besarnya faktor penyinaran matahari disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Besarnya Faktor Penyinaran Matahari (W) Berdasarkan Suhu Rata-Rata dan Ketinggian (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Suhu udara rata-rata	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
Ketinggian	0	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
	500	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
	1000	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
	2000	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
	3000	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
	4000	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
Suhu udara rata-rata	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
Ketinggian	0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
	500	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
	1000	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
	2000	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
	3000	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	4000	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

3. Faktor koreksi yang mempengaruhi angin dan kelembaban (1-W)

(1-w) merupakan faktor koreksi yang mempengaruhi angin dan kelembaban dari evapotranspirasi. Besar nilai (1-w) berhubungan dengan nilai suhu udara rata-rata dan ketinggian. Besarnya faktor penyinaran matahari disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Besarnya Faktor Koreksi Angin dan Kelembaban (1-W) (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Suhu udara rata-rata	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
Ketinggian	0	0,57	0,54	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31
	500	0,56	0,52	0,49	0,46	0,43	0,4	0,38	0,35	0,33	0,3
	1000	0,54	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29
	2000	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27
	3000	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25
	4000	0,46	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23
Suhu udara rata-rata	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
Ketinggian	0	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,2	0,18	0,17	0,16	0,15
	500	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14
	1000	0,27	0,25	0,23	0,21	0,2	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13
	2000	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
	3000	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
	4000	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,11	0,1	0,1

4. Tekanan uap jenuh (ea)

Tekanan uap jenuh (ea) adalah kemungkinan tekanan uap air maksimum untuk temperatur udara. Nilai tekanan uap jenuh (ea) dipengaruhi oleh suhu udara. Besarnya nilai tekanan uap jenuh disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Besarnya Nilai Tekanan Uap Jenuh (ea) (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Suhu udara	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tekanan uap jenuh	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,3	10	10,7	11,5
Suhu udara	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tekanan uap jenuh	12,3	13,1	14	15	16,1	17	18,2	19,4	20,6	22
Suhu udara	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Tekanan uap jenuh	23,4	24,9	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8	40,1
Suhu udara	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Tekanan uap jenuh	42,4	44,9	47,6	50,3	53,2	56,2	59,4	62,8	66,3	69,9

5. Radiasi gelombang pendek (Rns)

Penyinaran matahari pada evapotranspirasi potensial metode Penman-Modifikasi dan metode *Penman-Monteith* yang diserap oleh bumi merupakan radiasi yang tertinggal pada gelombang pendek. Besarnya nilai Rns dipengaruhi oleh nilai penyinaran radiasi matahari yang jatuh ke bumi setelah dikoreksi (Rs). Nilai Rs berdasarkan pada nilai penyinaran matahari pada garis lintang (Ra) yang disajikan pada Tabel 2.6 dan 2.7 dan nilai kemungkinan terjadinya penyinaran matahari berdasarkan garis lintang (N) yang disajikan pada Tabel 2.8 dan 2.9.

Tabel 2.6 Penyinaran Matahari Pada Garis Lintang Utara (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Lintang Utara (°)	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
50	3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2
48	4,3	6,6	9,8	13	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5	3,7
46	4,9	7,1	10,2	13,3	16	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3
44	5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6	4,7
42	5,9	8,1	11	14	16,2	17,3	16,7	15	12,2	9,1	6,5	5,2
40	6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7	5,7
38	6,9	9	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10	7,5	6,1
36	7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8	6,6
34	7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2
32	8,3	10,2	12,8	15	16,5	17	16,8	15,6	13,6	11,2	9	7,8
30	8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3
28	9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12	9,9	8,8
26	9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3
24	10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7
22	10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13	11,1	10,2
20	11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7
18	11,6	13	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12	11,1
16	12	13,3	14,7	15,6	16	15,9	15,9	15,7	15,1	14,1	12,8	12

Tabel 2.6 Penyinaran Matahari Pada Garis Lintang Utara (Doorenbos., dan Pruitt, 1977) (Lanjutan)

Lintang Utara (°)	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
14	12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12
12	12,4	13,6	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5
10	13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9
8	13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3
6	13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15	14,2	13,7
4	14,3	15	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1
2	14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4
0	15	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

Tabel 2.7 Penyinaran Matahari Pada Garis Lintang Selatan (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Lintang Selatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
50	17,5	14,7	10,9	7	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2
48	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4	6	9,3	13,2	16,6	18,2
46	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3
44	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
42	17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14	16,8	18,3
40	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11	14,2	16,9	18,3
38	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17	18,3
36	17,9	16	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17	18,2
34	17,8	16,1	13,5	10,5	8	6,8	7,2	9,2	12	14,9	17,1	18,2
32	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
30	17,8	16,4	14	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13	15,4	17,2	17,9
26	17,6	16,4	14,4	12	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
24	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
22	17,5	17	15,7	13,7	11,6	10	9,6	10,6	12,6	14,8	16,5	17,5
20	17,3	16,5	15	13	11	10	10,4	12	13,9	15,8	17	17,4
18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
16	16,9	16,4	15,4	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
12	16,6	16,3	15,4	14	12,5	11,6	12	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
8	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16	16
6	15,8	16	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14	15	15,7	15,8	15,7
4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
2	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
0	15	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

Tabel 2.8 Kemungkinan Terjadinya Penyinaran Matahari Pada Garis Lintang Utara (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Lintang Utara (°)	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
5	11,8	11,9	12	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12	11,9	11,8
10	11,6	11,8	12	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
15	11,3	11,6	12	12,5	12,8	13	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
20	11	11,5	12	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
25	10,7	11,3	12	12,7	13,3	13,7	13,5	13	12,3	11,6	10,9	10,6
30	10,4	11,1	12	12,9	13,6	14	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2

Tabel 2.8 Kemungkinan Terjadinya Penyinaran Matahari Pada Garis Lintang Utara (Doorenbos., dan Pruitt, 1977) (Lanjutan)

Lintang Utara (°)	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
35	10,1	11	11,9	13,1	14	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
40	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15	14,7	13,7	12,5	11,2	10	9,3
42	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
44	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14	12,6	11	9,7	8,9
46	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
48	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
50	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1

Tabel 2.9 Kemungkinan Terjadinya Penyinaran Matahari Pada Garis Lintang Selatan (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

Lintang Selatan (°)	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
5	12,3	12,3	12,1	12	11,9	11,8	11,8	11,9	12	12,2	12,3	12,4
10	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5	11,6	11,8	12	12,3	12,6	12,7
15	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2	11,3	11,6	12	12,5	12,8	13
20	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9	11	11,5	12	12,6	13,1	13,3
25	13,5	13	12,3	11,6	10,9	10,6	10,7	11,3	12	12,7	13,3	13,7
30	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2	10,4	11,1	12	12,9	13,6	14
35	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8	10,1	11	11,9	13,1	14	14,5
40	14,7	13,7	12,5	11,2	10	9,3	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15
42	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2
44	15,2	14	12,6	11	9,7	8,9	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4
46	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7
48	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16
50	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3

6. Radiasi gelombang panjang (Rnl)

Radiasi gelombang panjang (Rnl) merupakan selisih dari pada radiasi gelombang panjang yang hilang dan radiasi yang diterima oleh bumi pada radiasi gelombang panjang. Besarnya nilai Rnl dipengaruhi oleh nilai koreksi akibat temperatur, koreksi akibat tekanan uap air, dan koreksi rasio penyinaran matahari. Nilai koreksi akibat temperatur berdasarkan nilai pengaruh suhu $f(T)$ terhadap radiasi gelombang panjang (Rnl) yang disajikan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Pengaruh Suhu $f(T)$ Terhadap Radiasi Gelombang Panjang (Rnl) (Doorenbos., dan Pruitt, 1977)

T° C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$f(T) = gTk^4$	11	11,4	11,7	12	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2
T° C	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
$f(T) = gTk^4$	14,6	15	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1	

2.3.2 Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi aktual (ETa) adalah evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi yang sebenarnya dari suatu jenis tanaman (Suhardjono, 1994). Jika ketersediaan air di lapangan tidak dapat memenuhi kebutuhan air tanaman maka evapotranspirasi aktual akan turun hingga lebih kecil dari evapotranspirasi maksimum. Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh persentase lahan terbuka yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (*exposed surface*) pada musim kemarau dan jumlah hari hujan (n) dibulan yang bersangkutan (Mock, 1973). Besarnya nilai *exposed surface* (m) yang disajikan pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Nilai *Exposed Surface* (m) Tiap Daerah (Mock, 1973)

Daerah	Musim Hujan	Musim Kemarau
Hutan	0	0
Daerah hijau	0	Bertambah 10% per bulan
Daerah tererosi	10 - 40%	Bertambah 10% per bulan
Daerah ladang pertanian	30 - 50%	Bertambah 10% per bulan

2.4 Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman adalah tinggi air yang dibutuhkan untuk mengimbangi kehilangan air melalui evapotranspirasi tanaman sehat, tumbuh di lahan yang luas pada kondisi air tanah dan kesuburan tanah tidak dalam keadaan terbatas serta dapat mencapai produksi potensial pada lingkungan pertumbuhannya (Doorenbos., dan Pruit, 1977). Dengan kata lain, kebutuhan air tanaman merupakan jumlah air yang dibutuhkan tanaman untuk untuk memenuhi proses evapotranspirasi tanaman.

Berlangsungnya pertumbuhan tanaman yang baik harus di dukung oleh keadaan air yang optimum. Kelebihan atau kekurangan air dapat berakibat buruk karena akan mengganggu proses metabolisme dalam tubuh tanaman. Pemberian air bagi tanaman merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk meningkatkan hasil suatu tanaman. Kebutuhan air tanaman sangat penting pertimbangan pemilihan pola tanam, agar tidak mengalami reduksi potensial yang besar. Kendala utama pertanian lahan kering adalah terbatasnya ketersediaan air.

Ketersediaan air tanah di musim kering akan mengalami penurunan. Nilai simpanan air atau kelembaban berada diantara nol dan kapasitas maksimum tanah

menyimpan air. Pergerakan air maupun laju perubahan kadar air dalam tanah sangat ditentukan oleh karakteristik pori tanah yang menyusun struktur tanah, seperti distribusi pori, kontinuitas pori, dan tortuositas pori (Ayu., dkk, 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan air tanaman adalah sebagai berikut:

1. Topografi

Keadaan topografi mempengaruhi kebutuhan air tanaman. Untuk lahan yang miring membutuhkan air yang lebih banyak dari pada lahan yang datar, karena air akan lebih cepat mengalir menjadi aliran permukaan dan hanya sedikit yang mengalami infiltrasi, dengan kata lain kehilangan air di lahan miring akan lebih besar.

2. Hidrologi

Jumlah curah hujan mempengaruhi kebutuhan air makin banyak curah hujannya, maka makin sedikit kebutuhan air tanaman, hal ini di karenakan hujan efektif akan menjadi besar.

3. Iklim

Tanaman tidak dapat bertahan dalam keadaan cuaca buruk. Dengan memperhatikan keadaan cuaca dan cara pemanfaatannya, maka dapat dilaksanakan penanaman tanaman yang tepat untuk periode yang tepat dan sesuai dengan keadaan tanah. Cuaca dapat digunakan untuk menentukan laju evaporasi dan evapotranspirasi, hal ini sangat bergantung pada jumlah jam penyinaran matahari dan radiasi matahari.

4. Tekstur tanah

Tanah yang baik untuk usaha pertanian ialah tanah yang mudah dikerjakan dan bersifat produktif serta subur. Tanah yang baik tersebut memberi kesempatan pada akar tanaman untuk tumbuh dengan mudah, menjamin sirkulasi air dan udara serta baik pada zona perakaran dan secara relatif memiliki persediaan hara dan kelembaban tanah yang cukup. Tanaman membutuhkan air oleh karena itu , pemberian air harus sesuai dengan kebutuhan dan sifat tanah serta tanaman.

2.4.1 Pola Tanam

Pola tanam adalah suatu urutan tanam pada lahan dalam satu tahun, termasuk masa pengolahan tanah hingga masa panen. Pola tanam merupakan bagian dari

sistem budidaya tanaman, maka dari sistem budidaya tanaman ini dapat dikembangkan satu atau lebih sistem pola tanam. Pola tanam ini diterapkan dengan tujuan memanfaatkan sumberdaya secara optimal dan untuk menghindari resiko kegagalan suatu jenis komoditas (Tulit, 2020). Penentuan jenis tanaman yang digunakan dalam pola tanam tergantung pada suatu daerah yang disesuaikan dengan persediaan air yang ada pada periode musim hujan dan musim kemarau. Pola tanam yang dapat digunakan disajikan pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Pola Tanam (Sidharta, 1997)

No.	Ketersediaan air untuk jaringan irigasi	Pola tanam dalam satu tahun
1	Tersedia air cukup banyak	Padi-Padi-Palawija
2	Tersedia air dalam jumlah cukup	Padi-Padi-Bera Padi-Palawija-Palawija
3	Daerah yang cenderung kekurangan air	Padi-Palawija-Bera Palawija-Padi-Bera

2.4.2 Kebutuhan Air Selama Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan tahap awal sebelum ditanami padi. Faktor yang menentukan besarnya kebutuhan air pada penyiapan lahan adalah lama penyiapan lahan, dan jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan. Jangka waktu penyiapan lahan yang dikerjakan menggunakan traktor ialah 1 bulan sedangkan, lahan yang dikerjakan tidak dengan menggunakan traktor jangka waktu yang dibutuhkan 1,5 bulan. Kebutuhan air di lahan yang dibiarkan tidak digarap dalam jangka waktu 2,5 bulan atau lebih, maka jumlah air untuk penjenuhan dan lapisan tanaman padi adalah sebesar 300 mm yaitu masing-masing 250 mm untuk penjenuhan tanah dan 50 mm untuk penggenangan lapisan air awal, setelah transplantasi atau pemindahan bibit ke petak sawah selesai.

2.4.3 Perkolasi

Perkolasi merupakan gerakan air ke bawah dari zona air tidak jenuh (daerah antara permukaan tanah sampai ke permukaan air tanah) ke dalam daerah yang jenuh (daerah dibawah permukaan air). Proses ini merupakan proses kehilangan air yang terjadi pada penanaman padi di sawah. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkolasi adalah tekstur tanah, permeabilitas tanah, tebal lapisan tanah, bagian atas dan letak permukaan tanah

Daya perkolasi merupakan laju perkolasi maksimum yang dimungkinkan, yang besarnya dipengaruhi oleh kondisi tanah dalam zona tidak jenuh yang terletak antara permukaan tanah dengan permukaan air tanah. Laju perkolasi sangat tergantung pada sifat-sifat tanah. Pada tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan, laju perkolasi lebih tinggi. Besar angka perkolasi disajikan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Besar Nilai Perkolasi dari Berbagai Jenis Tanah (Soemarto, 1999)

No.	Jenis Tanah	Perkolasi (mm/hari)
1	Pasir	3 - 6
2	Lempung	2 - 3
3	Tanah liat	1 - 2

2.4.4 Curah Hujan Efektif

Kebutuhan air untuk tanaman memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui curah hujan dan kontribusi air tanah. Curah hujan merupakan sumber air tambahan bagi kebutuhan air petak sawah irigasi. Jika curah hujan sudah mampu memenuhi kebutuhan air tanaman, maka kebutuhan air irigasi belum diperlukan.

Perhitungan curah hujan efektif untuk tanaman padi adalah 70% dari curah hujan tengah bulanan yang terlampaui 80% dari waktu periode tersebut. Untuk curah hujan efektif untuk tanaman palawija ditentukan dengan periode bulanan yang terpenuhi 50%. Curah hujan efektif rata-rata bulanan yang dikaitkan dengan evapotranspirasi tanaman rata-rata bulanan disajikan pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Curah Hujan Efektif Rata-rata Bulanan Dikaitkan dengan Evapotranspirasi Tanaman Rata-rata Bulanan (USDA (SCS), 1969)

	Curah Hujan Efektif Rata-rata Bulanan							
	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100
25	8	16	24					
50	8	17	25	32	39	46		
75	9	18	27	34	41	48	56	62
100	9	19	28	35	43	52	59	66
125	10	20	30	37	46	54	62	70
150	10	21	31	39	49	57	66	74
175	11	23	32	42	52	61	69	78
200	11	24	33	44	54	64	73	82
225	12	25	35	47	57	68	78	87
250	13	25	38	50	61	72	84	92

Tabel 2.14 Curah Hujan Efektif Rata-rata Bulanan Dikaitkan dengan Evapotranspirasi Tanaman Rata-rata Bulanan (USDA (SCS), 1969) (Lanjutan)

	Curah Hujan Efektif Rata-rata Bulanan							
	112,5	125	137,5	150	162,5	175	187,5	200
25								
50								
75	69							
ETo Rata-rata Bulanan								
100	73	80	87	94	100			
125	76	85	92	98	107	116	120	
150	81	89	97	104	112	119	127	133
175	86	95	103	111	118	126	134	141
200	91	100	109	117	125	134	142	150
225	96	106	115	124	132	141	150	159
250	102	112	121	132	140	150	158	167

2.4.5 Penggantian Lapisan Air

Penggantian lapisan air dilakukan setelah pemupukan menurut kebutuhan. Penggantian lapisan air dapat dilakukan sebanyak dua kali jika tidak ada penjadwalan yang tetap, masing-masing 50 mm selama sebulan atau 3,3 mm/hari selama setengah bulan dan dua bulan setelah tanam (Direktorat Jendral Pengairan, 1986). Penggantian lapisan air sangat erat hubungan dengan kesuburan tanah, beberapa saat setelah penanaman, air yang digenangkan di permukaan tanah akan kotor dan mengandung zat-zat yang tidak lagi diperlukan tanaman sehingga dapat merusak kesuburan tanah dan tanaman. Air yang digenang harus dibuang saat pembuangan lapisan genangan sampah-sampah yang ada di permukaan air akan tertinggal, demikian juga untuk lumpur yang terbawa dari saluran untuk pengairan.

2.4.6 Koefisien Tanaman

Besarnya koefisien tanaman untuk setiap jenis tanaman berbeda-beda yang besarnya berubah setiap periode pertumbuhan tanaman itu sendiri. Koefisien tanaman merupakan angka pengali untuk menjadikan evapotranspirasi potensial menjadi kebutuhan air tanaman. Besarnya koefisien tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, varietas tanaman dan umur tanaman.

Food and Agriculture Organization (FAO) memberikan nilai faktor tanaman yang dibedakan atas dua tanaman utama, yaitu padi dan palawija. Nilai koefisien tanaman padi dibedakan untuk tanaman padi unggul dan padi lokal. Padi unggul dan padi lokal memiliki nilai koefisien tanaman yang tidak jauh berbeda, namun

padi unggul memiliki umur yang lebih pendek dibanding padi lokal sehingga memungkinkan lebih banyak masa panen dalam periode satu tahun. Palawija memiliki periode tumbuh selama 3 bulan dengan koefisien tanaman yang lebih kecil. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan air tanaman palawija menjadi lebih sedikit. Makin kecil nilai koefisien tanaman maka air yang diperlukan juga lebih kecil dan sebaliknya. Nilai koefisien tanaman berdasarkan bulan menurut Departemen Pekerjaan Umum disajikan pada Tabel 2.15, sedangkan nilai koefisien tanaman berdasarkan tahap pertumbuhan menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO) disajikan pada Tabel 2.16.

Tabel 2.15 Nilai Koefisien Tanaman (kc) Berdasarkan Bulan (Departemen Pekerjaan Umum, 1986)

Bulan	Padi		Kedelai	Palawija			
	Varietas Biasa	Varietas Unggul		Kacang Tanah	Jagung	Bawang	Buncis
0,5	1,1	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1	1,1	1,1	0,75	0,51	0,95	0,51	0,64
1,5	1,1	1,05	1	0,66	0,96	0,69	0,89
2	1,1	1,05	1	0,85	1,05	0,9	0,95
2,5	1,1	0,95	0,82	0,95	1,02	0,95	0,88
3	1,05	0	0,45	0,95	0,95		
3,5	0,95			0,95			
4	0			0,55			
4,5				0,55			

Tabel 2.16 Nilai Koefisien Tanaman (kc) Berdasarkan Tahap Pertumbuhan (*Food and Agriculture Organization*, 2006)

Jenis Tanaman	Tahap Awal	Tahap Pengembangan	Tahap Pertengahan	Tahap Akhir
Alfalfa	0,4	0,52	0,95	0,9
Anggur	0,3	0,44	0,85	0,45
Artichoke	0,5	0,61	1	0,95
Barli	0,3	0,47	1,15	0,25
Biji-bijian	0,3	0,51	1,1	0,3
Bit Merah	0,35	0,58	1,2	0,7
Bunga Matahari	0,35	0,55	1,15	0,35
Cabai	0,6	0,71	1,05	0,9
Gandum	0,7	0,48	1,15	0,25
Jagung	0,3	0,63	1,2	0,35
Jeruk	0,7	0,58	0,65	0,7
Jewawut	0,3	0,43	1	0,3
Kacang	0,4	0,63	1,15	0,35
Kacang Hijau	0,5	0,66	1,05	0,9
Kacang Tanah	0,4	0,60	1,15	0,6

Tabel 2.16 Nilai Koefisien Tanaman (kc) Berdasarkan Tahap Pertumbuhan (*Food and Agriculture Organization, 2006*) (Lanjutan)

Jenis Tanaman	Tahap Awal	Tahap Pengembangan	Tahan Pertengahan	Tahap Akhir
Kapas	0,35	0,58	1,2	0,6
Kedelai	0,4	0,46	1,15	0,5
Kentang	0,5	0,69	1,15	0,75
Kubis	0,7	0,78	1,05	0,95
Kurma	0,9	0,83	0,95	0,95
Legum	0,4	0,63	1,15	0,35
Mangga	0,9	0,87	1,1	0,9
Melon	0,5	0,64	1,05	0,75
Pisang	0,5	0,68	1,1	1
Sayuran	0,7	0,79	1,05	0,95
Sorgum	0,3	0,54	1	0,55
Tebu	0,4	0,64	1,25	0,75
Tembakau	0,5	0,68	1,15	0,8
Tomat	0,6	0,73	1,15	0,8

2.4.7 Kebutuhan Air Konsumtif

Kebutuhan air konsumtif (*Crop Water Requirement*) adalah tebal air yang dibutuhkan untuk mengganti keperluan evapotranspirasi suatu jenis tanaman pertanian tanpa dibatasi oleh kekurangan air (Soewarno, 2000). Kebutuhan air konsumtif ini dipengaruhi oleh jenis dan usia tanaman (tingkat pertumbuhan tanaman). Pada saat tanaman mulai tumbuh, nilai kebutuhan air konsumtif meningkat sesuai pertumbuhannya dan mencapai maksimum pada saat pertumbuhan vegetasi maksimum. Setelah mencapai maksimum dan berlangsung beberapa saat menurut jenis tanaman, nilai kebutuhan air konsumtif akan menurun sejalan dengan pematangan biji. Kebutuhan air tanaman akan bervariasi pada tiap masa pertumbuhan tanaman tergantung dari nilai koefisien tanaman (Kc).

2.4.8 Kebutuhan Bersih Air Untuk Tanaman

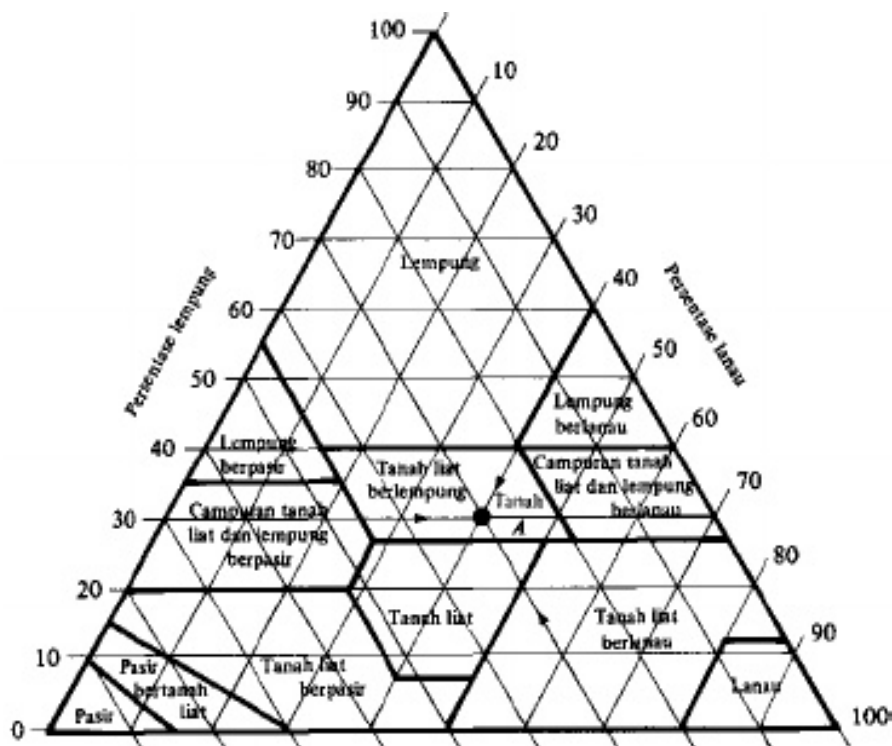
Kebutuhan bersih air untuk tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis tanaman, jenis tanah, cara pemberian airnya, cara pengolahan tanah, banyak turun curah hujan, waktu penanaman, iklim, pemeliharaan saluran, bangunan bendung dan sebagainya. Perhitungan kebutuhan bersih air untuk tanaman dibedakan menjadi 2 yaitu pada masa penyiapan lahan dan masa tanam.

2.5 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah cara mengumpulkan dan mengelompokkan tanah berdasarkan kesamaan dan kemiripan sifat dan ciri morfologi, fisika dan kimia, serta mineralogi, kemudian diberi nama agar mudah dikenal, diingat, dipahami dan digunakan serta dapat dibedakan satu dengan lainnya. Setiap jenis tanah memiliki sifat dan ciri yang spesifik, potensi dan kendala untuk penggunaan tertentu. (Subardja, dkk., 2014).

Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur adalah keadaan permukaan tanah dari suatu struktur tanah yang bersangkutan. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir tanah. Atas dasar ukuran butir-butirnya tanah dibagi dalam beberapa kelompok, yaitu kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*) (Das, 1993). Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur yang digunakan sebagai standar *universal* dari *United States Department of Agriculture* (USDA). Sistem ini berdasarkan pada ukuran dari butiran tanah, antara lain:

- Butiran pasir dengan diameter 0,05 mm – 2 mm
- Butiran lanau dengan diameter 0,002 – 0,05 mm
- Butiran lempung dengan diameter < 0,002 mm



Gambar 2.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Sistem USDA (Das, 1993)

2.6 Ketersediaan Air

Ketersediaan air merupakan volume air yang terdapat dalam siklus hidrologi di suatu wilayah, yang merupakan gabungan dari air hujan, air permukaan, dan airtanah. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan mengalami proses evapotranspirasi, sebagian akan masuk ke dalam tanah, dan sisanya akan mengalir di permukaan bumi sebagai aliran permukaan menuju lokasi yang lebih rendah (Sosrodarsono., dkk, 2002). Aliran permukaan yang berkumpul akan membentuk aliran sungai, kemudian secara spasial dapat dibatasi sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS). Ketersediaan air di suatu DAS merupakan hasil dari keseluruhan perhitungan ketersediaan air mulai dari meteorologis, air permukaan, dan air tanah. Perhitungan mengenai ketersediaan air penting untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah (Asdak, 2010).

Analisis perhitungan ketersediaan air yang disarankan oleh Direktorat Jendral Pengairan untuk kondisi di Indonesia adalah metode Mock. Metode ini dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Pada dasarnya metode ini adalah hujan yang jatuh pada *catchment area* sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan langsung menjadi aliran permukaan (*direct run off*) dan sebagian lagi akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi) (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986). Data-data yang akan dibutuhkan dalam metode Mock antara lain data evapotranspirasi potensial metode *Penman-Monteith*, data iklim, data curah hujan, serta data luas *catchment area*. Adapun parameter dan asumsi yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut:

1. *Water balance*

Water Balance merupakan hubungan antara aliran ke dalam (*inflow*) dan aliran keluar (*outflow*) di suatu daerah untuk suatu periode tertentu. *Water balance* merupakan siklus tertutup yang terjadi selama satu tahun, di mana tidak terjadi perubahan *ground water storage* atau $\Delta GS = 0$. Artinya awal penentuan *ground water storage* adalah berdasarkan bulan terakhir dalam tinjauan 1 tahun. Beberapa hal yang dijadikan acuan dalam prediksi debit dengan metode Mock sehubungan dengan *water balance* adalah:

- a. Dalam satu tahun, perubahan *ground water storage* (ΔGS) harus sama dengan nol
- b. Jumlah total evapotranspirasi dan total *run off* selama satu tahun harus sama dengan total presipitasi yang terjadi dalam tahun itu

2. *Water surplus* (WS)

Water surplus didefinisikan sebagai air hujan (presipitasi) yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi tampungan tanah (*soil storage*). Tampungan kelembaban tanah (*soil moisture storage*) terdiri dari kapasitas kelembaban tanah (*soil moisture capacity*), zona infiltrasi, limpasan permukaan tanah dan tampungan tanah (*soil storage*). Asumsi yang akan digunakan adalah air akan memenuhi SMC (*soil moisture capacity*) terlebih dahulu sebelum *water surplus* tersedia untuk infiltrasi dan perkolasi yang lebih dalam atau melimpas langsung (*direct run off*). Ada dua keadaan menentukan *soil moisture capacity*, yaitu:

- a. $SMC = 200 \text{ mm/bulan}$, jika $\Delta S \geq 0$

Artinya *soil moisture storage* (tampungan tanah lembab) sudah mencapai kapasitas maksimumnya atau terlampaui sehingga air tidak disimpan dalam tanah lembab. Ini berarti *soil storage* (SS) sama dengan nol dan besarnya *water surplus* = ΔS

- b. $SMC = SMC \text{ bulan sebelumnya} + \Delta S$, jika $P - E_a < 0$.

Untuk keadaan ini, tampungan tanah lembab (*soil moisture storage*) belum mencapai kapasitas maksimum, sehingga ada air yang disimpan dalam tanah lembab. Besarnya air yang disimpan ini adalah ΔS . Karena air berusaha untuk mengisi kapasitas maksimumnya, maka untuk keadaan ini tidak ada *water surplus* ($WS = 0$). Selanjutnya WS ini akan mengalami infiltrasi dan melimpas di permukaan (*run off*).

3. Infiltrasi (In)

Infiltrasi adalah pergerakan air di atas permukaan tanah ke dalam permukaan tanah yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi dan kapilaritas. Air yang menginfiltrasi itu pertama-tama diserap untuk meningkatkan kelembaban tanah,

selebihnya akan turun ke permukaan air tanah melalui proses perkolasi dan mengalir ke samping.

Koefisien infiltrasi (*if*) adalah koefisien yang didasarkan pada kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Koefisien infiltrasi mempunyai nilai yang besar jika tanah bersifat porous, sifat bulan kering dan kemiringan lahannya tidak terjal. karena dipengaruhi sifat bulan maka koefisien infiltrasi (*if*) ini bisa berbeda-beda. Dalam kalibrasi ini, harga koefisien infiltrasi maksimum yang dipakai adalah 1,00 dan harga minimum adalah 0,01. Harga minimum bisa dicapai karena kondisi lahan yang terjal dan air tidak sempat mengalami infiltrasi.

4. Konstanta resesi aliran (*k*)

Konstanta resesi yaitu proporsi dari air tanah bulan lalu yang masih ada bulan sekarang. Dengan kata lain air tanah (*ground water*) tidak mengalir menuju *stream flow*. Pada bulan hujan Nilai *K* cenderung lebih besar, ini berarti tiap bulan nilai *K* ini berbeda-beda. Dalam kalibrasi ini, harga koefisien resesi aliran maksimum adalah 1,00 dan harga minimumnya adalah 0,01. harga *K* suatu bulan relative lebih besar jika bulan sebelumnya merupakan bulan basah.

5. *Percentage factor* (*PF*)

Percentage factor merupakan persentase hujan yang menjadi limpasan. Digunakan dalam perhitungan *storm run off* hanya dimasukkan kedalam *total run off*, bila $P < 200$ mm/bulan. Besarnya *PF* oleh Mock disarankan berkisar antara 5% - 10 %, namun tidak menutup kemungkinan untuk meningkat secara tidak beraturan sampai harga 37,3%.

6. *Ground water storage* (*GS*)

Ground water storage bulan sebelumnya (*Gsom*) merupakan nilai yang diasumsikan sebagai konstanta awal, dengan anggapan bahwa *water balance* merupakan siklus tertutup yang ditinjau selama satu tahun. Dengan demikian, maka nilai asumsi awal bulan pertama harus sama dengan nilai bulan terakhir tahun terakhir. Untuk kalibrasi nilai *Gsom* asumsi awal bulan pertama tidak harus sama dengan nilai bulan terakhir tahun terakhir.

7. *Base flow* (BF)

Perubahan groundwater storage ini penting bagi terbentuknya aliran dasar sungai (*base flow*, disingkat BF). Dalam hal ini *base flow* merupakan selisih antara infiltrasi dengan perubahan *groundwater storage*. Jika pada suatu bulan ΔGS bernilai negatif (terjadi karena GS bulan yang ditinjau lebih kecil dari bulan sebelumnya), maka *base flow* akan lebih besar dari nilai infiltrasinya. Seperti dijelaskan diatas, karena *water balance* merupakan siklus tertutup dengan periode 1 tahun maka perubahan *groundwater storage* (ΔGS) selama 1 tahun adalah nol. Dari persamaan (20) di atas maka dalam 1 tahun jumlah *base flow* akan sama dengan jumlah infiltrasi.

8. *Direct run off* (DRO)

Limpasan permukaan atau *direct run off* berasal dari *water surplus* yang telah mengalami infiltrasi.

9. *Storm run off* (SRO)

Storm run off dipengaruhi oleh *percentage factor*, disimbolkan dengan PF.

Dalam perhitungan debit ini, Mock menetapkan bahwa:

- a. Jika presipitasi (P) ≥ 200 mm/bulan (sesuai dengan asumsi bahwa maksimum *soil moisture capacity* adalah 200 mm.bulan) maka nilai *storm run off* = 0
- b. Jika $P < 200$ mm/bulan maka *storm run off* adalah jumlah curah hujan dalam satu bulan yang bersangkutan dikali *percentage factor*

10. *Total run off* (TRO)

Total run off (TRO) yang merupakan komponen-komponen pembentuk debit sungai (*stream flow*) adalah jumlah antara *base flow*, *direct run off* dan *storm run off*. Maka jika TRO ini dikalikan dengan luas *catchment area* (daerah tangkapan air) dalam km^2 dengan suatu angka konversi tertentu akan didapatkan besaran debit atau *stream flow* dalam m^3/det . Selanjutnya debit hasil perhitungan (*calculated discharge*) ini disebut debit sintesis.

2.7 Debit

Debit adalah jumlah volume air yang melewati suatu penampang saluran atau sungai per satuan waktu (SNI 6738:2015). Pengukuran debit merupakan kegiatan yang penting dalam operasi irigasi karena debit menunjukkan kinerja pengelolaan irigasi seperti kecukupan, pemerataan, ketetapan waktu, dan lain sebagainya (Departemen Pekerjaan Umum, 1986). Pengukuran debit lapangan ditentukan oleh kecepatan aliran rata-rata dan dimensi penampang. Kecepatan aliran sungai/saluran terbuka dapat ditentukan dengan cara mengukur langsung dan atau dengan cara tidak langsung. Pengukuran langsung kecepatan aliran salah satunya dapat diukur oleh alat ukur arus *current meter*. Kecepatan aliran rata-rata di suatu bagian penampang basah diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan rata-rata dari titik kedalamannya.

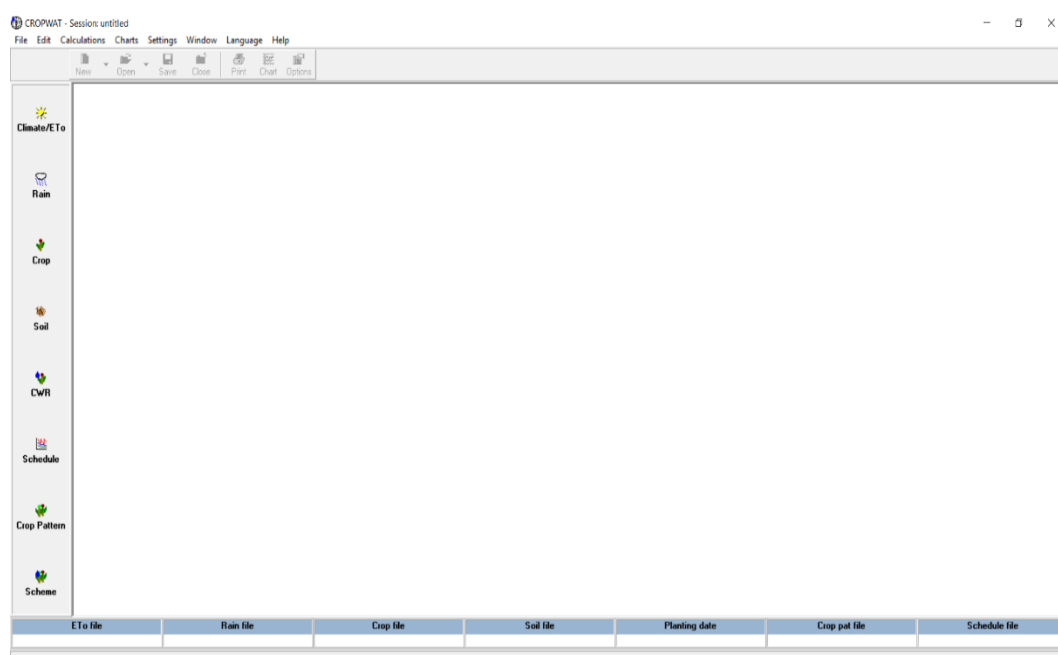
Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit sungai yang tersedia dengan kemungkinan terpenuhi pada tingkat kepercayaan tertentu, misalnya 80%, 90% atau nilai prosentase lainnya, sehingga dapat dipakai untuk berbagai kebutuhan (Soemarto, 1999). Debit andalan ini diantaranya digunakan sebagai debit perencanaan yang diharapkan tersedia untuk mengatur distribusi air minum dan memperkirakan luas daerah irigasi. Beberapa nilai probabilitas yang diandalkan dalam beberapa proyek adalah sebagai berikut :

1. Untuk penyediaan air minum (PDAM) : 99%
2. Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) : 85% - 90%
3. Untuk penyediaan air industri : 88% - 90%
4. Untuk penyediaan air irigasi
 - a. Daerah beriklim setengah lembab : 70% - 85%
 - b. Daerah beriklim terang : 80% - 90%

2.8 Program CROPWAT 8.0

Perhitungan analisis kebutuhan air tanaman dapat dilakukan secara digital dengan program CROPWAT 8.0. CROPWAT 8.0 adalah *decision support system* yang dikembangkan oleh *Divisi Land and Water Development FAO* berdasarkan metode *Penman-Monteith*, untuk merencanakan dan mengatur irigasi. CROPWAT 8.0 dimaksudkan sebagai alat yang praktis untuk menghitung laju evapotranspirasi

standar, kebutuhan air tanaman dan pengaturan irigasi tanaman (Marica, 2000). Dari beberapa studi didapatkan bahwa model *Penmann-Monteith* memberikan pendugaan yang akurat sehingga FAO merekomendasikan penggunaannya untuk pendugaan laju evapotranspirasi standar dalam menduga kebutuhan air bagi tanaman (Priyonugroho, 2014). Tujuan utama CROPWAT 8.0 adalah untuk menghitung kebutuhan air tanaman dan jadwal irigasi berdasarkan data pengamatan.



Gambar 2.3 Tampilan Utama Program CROPWAT 8.0 (Program CROPWAT 8.0)

Program CROPWAT 8.0 sangat mudah digunakan dibandingkan dengan metode lain yang bersifat konvensional. Program ini merupakan cara perhitungan yang paling efektif dan akurat karena program ini memiliki *human error* yang paling kecil. Kelebihan dari Program CROPWAT 8.0 adalah sebagai berikut:

1. Mempermudah dalam menghitung kebutuhan air tanaman dan penjadwalan pengairan.
2. Memungkinkan pengembangan jadwal irigasi untuk kondisi yang berbeda-beda dan perhitungan kebutuhan skema air untuk berbagai pola tanaman.
3. Mengevaluasi praktik-praktik irigasi petani dan untuk menilai kinerja tanaman yang berhubungan dengan kebutuhan air.

Sedangkan, kekurangan dari Program CROPWAT 8.0 adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini masih digunakan hanya oleh kalangan tertentu belum menyeluruh, contohnya para petani.
2. Hanya tersedia dalam beberapa bahasa tidak semua bahasa, padahal akan lebih baik apabila aplikasi ini tersedia dalam berbagai bahasa.
3. Hasil data yang hanya berkisar dua angka di belakang koma sehingga nilai yang dihasilkan sangat bergantung pada pembulatan yang dilakukan.

Program CROPWAT 8.0 diatur dalam 8 menu yang berbeda, dimana 5 adalah menu input data dan 3 adalah menu perhitungan. Menu-menu ini dapat diakses melalui menu utama Program CROPWAT 8.0 tetapi lebih mudah melalui bagian menu yang dapat dilihat secara permanen di sisi kiri jendela utama.

Data *input* yang dibutuhkan untuk Program CROPWAT 8.0 antara lain adalah data iklim, curah hujan, tanaman, dan tanah. Data yang dihasilkan dari analisis Program CROPWAT 8.0 berupa tabel yang menunjukkan jumlah kebutuhan air irigasi dan waktu pemberian air yang tepat. Data yang dihasilkan Program CROPWAT 8.0 antara lain evapotranspirasi potensial atau ETo (mm/periode), nilai koefisien tanaman, nilai rata-rata dari koefisien tanaman untuk setiap periode, curah hujan efektif (mm/periode), jumlah air yang masuk ke dalam tanah, kebutuhan air tanaman atau CWR (mm/periode), kebutuhan air irigasi atau IWR (mm/periode), total air tersedia atau TAM (mm), dan air yang siap digunakan tanaman atau RAM (mm), evapotranspirasi tanaman atau ETc (mm), defisit lengas tanah harian (mm), interval irigasi (hari) dan ketebalan lapisan irigasi (mm), perbandingan evapotranspirasi aktual dengan evapotranspirasi maksimum, dan kehilangan irigasi (mm).

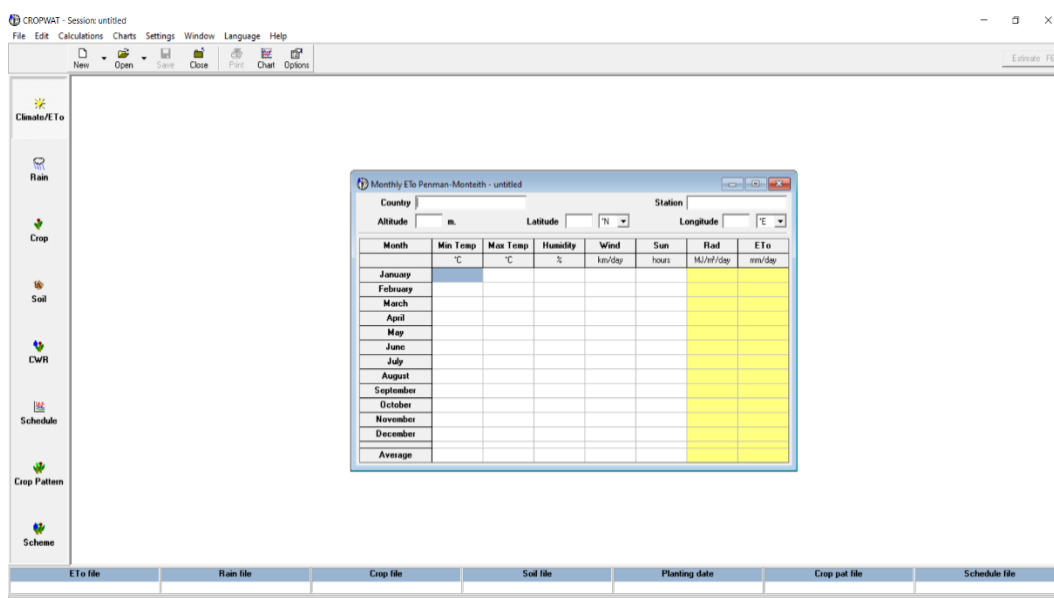


Gambar 2.4 Tampilan Menu Bagian Atas Program CROPWAT 8.0 (Program CROPWAT 8.0)

Tampilan bilah menu bagian atas Program CROPWAT 8.0 memiliki beberapa fungsi adalah sebagai berikut:

- a. *New*, berfungsi untuk membuat file baru/input data baru
- b. *Open*, berfungsi untuk membuka file yang ada dalam *database*
- c. *Close*, berfungsi untuk menutup file/data yang aktif
- d. *Save*, berfungsi untuk menyimpan data atau hasil analisis
- e. *Print*, berfungsi untuk melakukan *print out* data atau hasil analisis (tabel atau grafik)
- f. *Chart*, berfungsi untuk menampilkan data atau hasil analisis berupa grafik
- g. *Option*, berfungsi untuk melakukan pemulihan metode analisis

2.8.1 Menu *Climate/ETo*



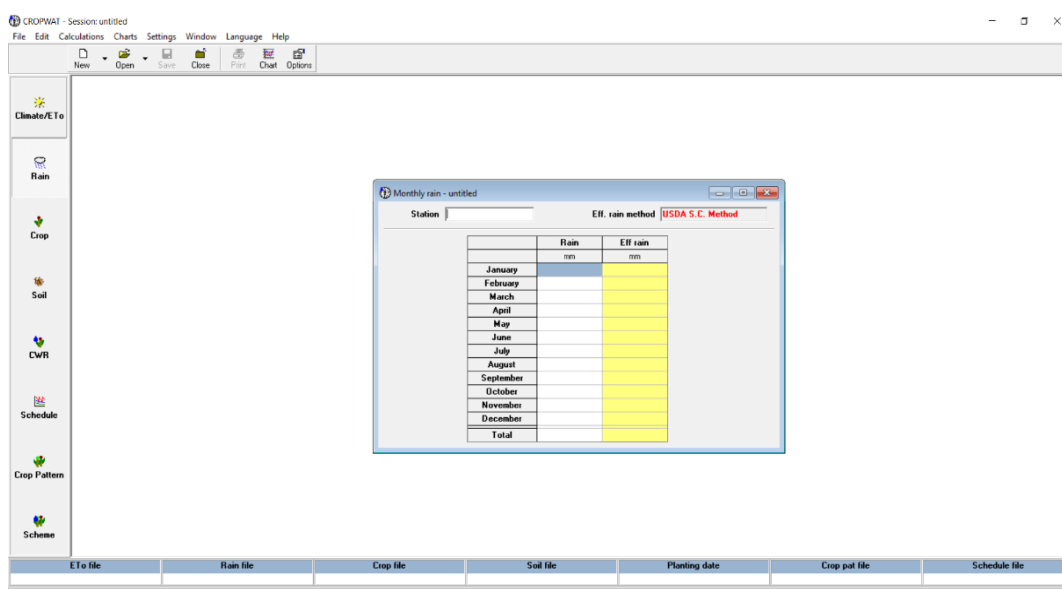
Gambar 2.5 Tampilan Menu *Climate/ETo* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Climate/ETo* dipilih dengan mengklik ikon *Climate/ETo* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini bertujuan untuk menentukan nilai evapotranspirasi potensial (ETo) melalui Metode *Penman-Monteith*. Data *input* yang dibutuhkan pada menu ini merupakan data meteorologi dan data klimatologi. Data meteorologi yang dibutuhkan seperti data nama negara, ketinggian, bujur timur, bujur utara, dan stasiun. Sedangkan data iklim seperti suhu udara maksimum dan minimum, kelembaban relatif, kecepatan

angin dan lamanya penyinaran matahari. Data *output* yang dihasilkan pada menu ini adalah sebagai berikut:

1. Eto Metode *Penman-Monteith* bulanan (*Monthly ETo Penman-Monteith*)
2. Dekade Metode ETo Metode *Penman-Monteith* (*Decade ETo Penman-Monteith*)
3. ETo harian Metode *Penman-Monteith* (*Daily ETo Penman-Monteith*)
4. ETo bulanan (*Monthly measured ETo*)
5. ETo dekade (*Decade measured ETo*)
6. ETo harian (*Daily measured ETo*)

2.8.2 Menu *Rain*



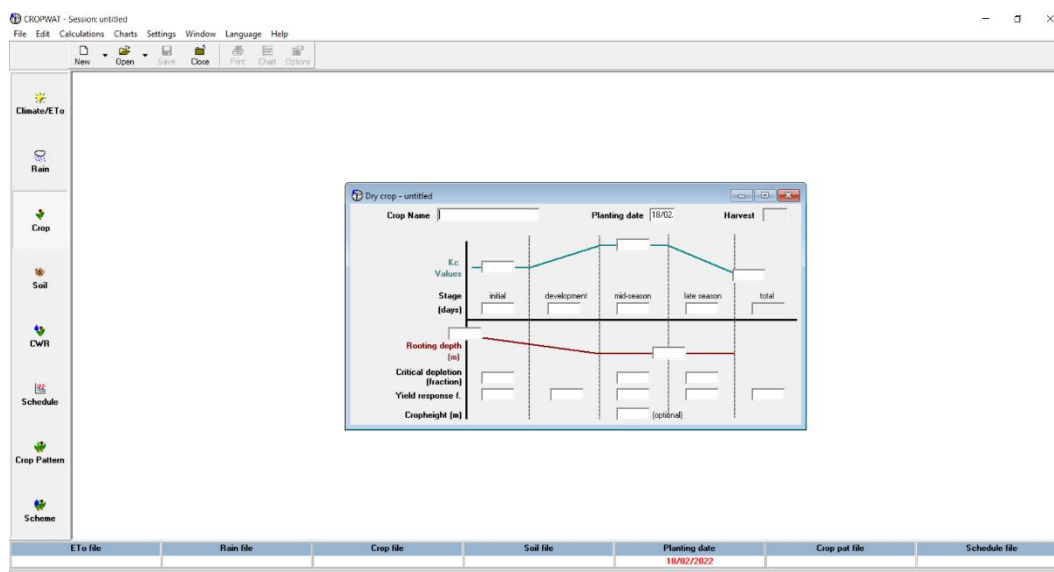
Gambar 2.6 Tampilan Menu *Rain* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Rain* dipilih dengan mengklik ikon *Rain* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini bertujuan untuk menentukan nilai curah hujan efektif (R_e). Curah hujan efektif mengacu pada bagian curah hujan yang secara efektif dapat digunakan oleh tanaman. Jumlah curah hujan yang kecil tidak terlalu efektif karena jumlah air yang kecil ini cepat hilang karena penguapan.

Data *input* yang digunakan pada menu ini adalah data curah hujan bulanan yang berlangsung selama masa tanam oleh tanaman tersebut. Melalui menu *Rain Options*, Program CROPWAT 8.0 menggunakan beberapa metode untuk menghitung curah hujan yang efektif:

1. Persentase tetap curah hujan (*Fixed percentage*)
2. Hujan yang dapat diandalkan (*Dependable rain*)
3. Formula empiris (*Emperical formula*)
4. Metode layanan konservasi tanah USDA (*USDA soil conservation service*)

2.8.3 Menu *Crop*

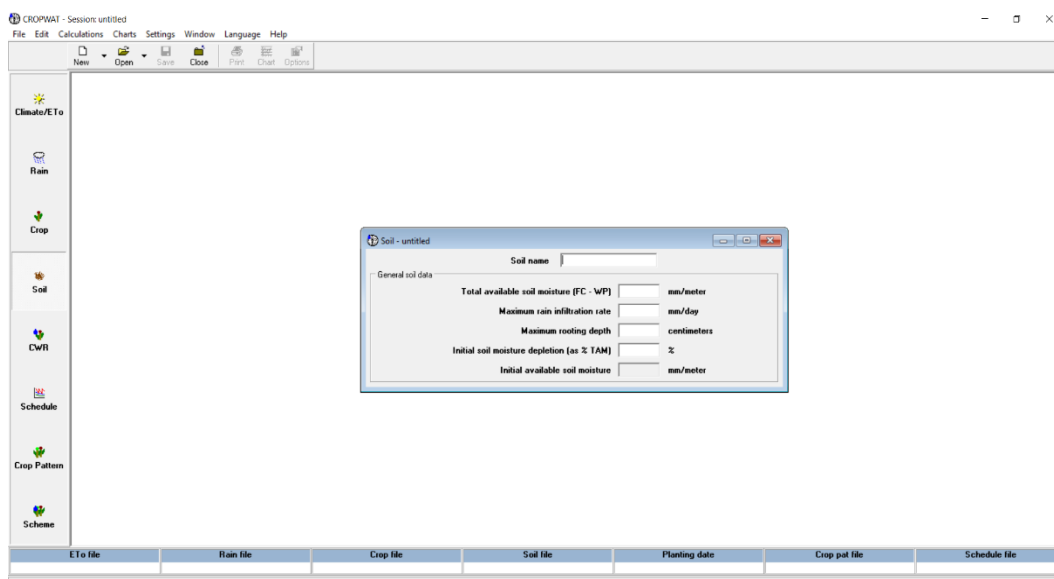


Gambar 2.7 Tampilan Menu *Crop* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Crop* dipilih dengan mengklik ikon *Crop* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini bertujuan untuk menentukan nilai data tanaman. Data *input* yang digunakan pada menu ini adalah tanggal penanaman, koefisien tanaman (K_c), tahapan pertumbuhan tanaman, kedalaman perakaran, fraksi penipisan kritis (p), faktor hasil respon (K_y), dan luas areal tanaman.

Tanggal panen dihitung secara otomatis berdasarkan tanggal penanaman dan total durasi siklus panen sesuai dengan panjang tahapan yang dimasukkan untuk tanaman lainnya. Prosedur berbeda untuk tanaman tahunan, yaitu perlu ditambahkan empat tahap pertumbuhan sebagaimana dibedakan di atas untuk tanaman musiman biasanya tidak sesuai dengan tanaman tahunan. Koefisien tanaman (K_c) dapat dianggap konstan sepanjang tahun (empat tahap 90 hari) dengan tanggal tanam 1 Januari atau empat tahap dapat dibedakan pada musim tanam dan tanggal tanam yang dipilih.

2.8.4 Menu *Soil*



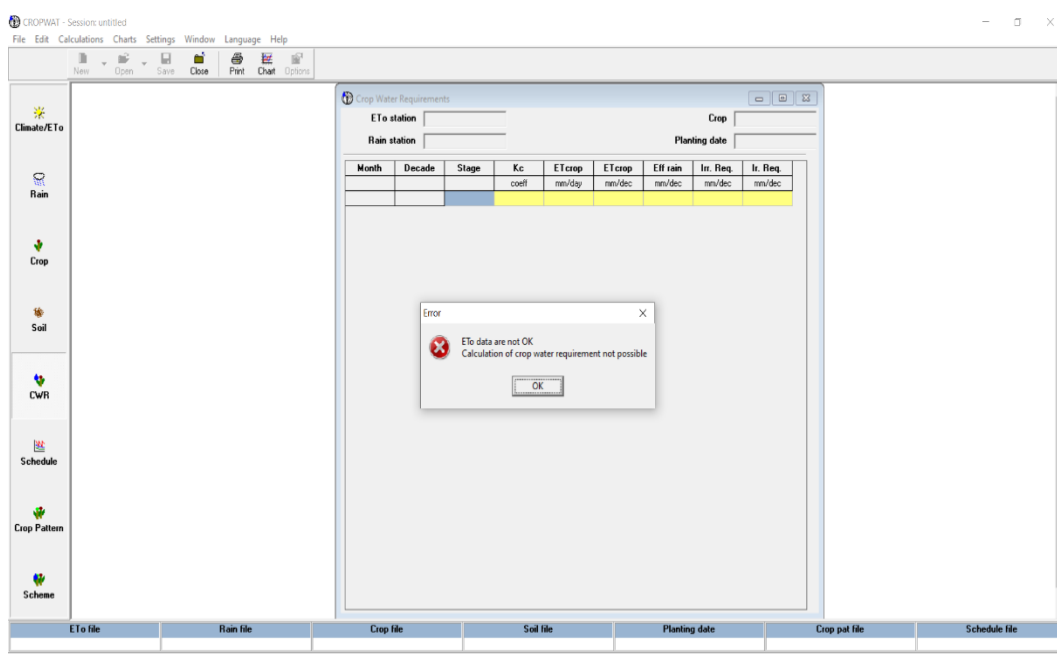
Gambar 2.8 Tampilan Menu *Soil* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Soil* dipilih dengan mengklik ikon *Soil* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini digunakan untuk tanaman aktif yaitu tanaman bukan padi. Data *input* yang digunakan pada menu ini adalah sebagai berikut:

1. *Total available water* (TAW) yang bergantung pada tekstur, struktur dan kandungan organik tanah. Satuan yang digunakan dalam mm per meter dari kedalaman tanah.
2. *Wilting point* (WP) merupakan air yang tidak tersedia untuk tanaman di atas tingkat kapasitas lapangan (FC) karena air tidak dapat ditahan melawan gaya gravitasi dan secara alami mengalir sebagai perkolasi mendalam. Demikian juga, air di bawah tingkat WP tidak dapat diekstraksi oleh akar tanaman karena dipertahankan pada tekanan tinggi dalam matriks tanah.
3. *Maximum infiltration rate* sebagai fungsi dari jenis tanah, kelas lereng dan hujan atau intensitas irigasi. Tingkat infiltrasi maksimum memiliki nilai yang sama dengan konduktivitas hidrolis tanah di bawah saturasi. Tingkat infiltrasi maksimum memungkinkan estimasi *run off* (RO), terjadi setiap kali intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah.

4. *Maximum rooting depth* merupakan genetik tanaman yang akan menentukan kedalaman zona perakaran. Lapisan tanah tertentu yang mengganggu dapat membatasi kedalaman zona perakaran maksimum.
5. *Initial soil moisture depletion* merupakan deplesi kelembaban tanah awal menunjukkan kekeringan tanah pada awal musim tanam, yaitu saat penyemaian pada tanaman bukan padi, atau pada awal persiapan lahan pada tanaman padi. Deplesi kelembaban tanah awal dinyatakan sebagai persentase dari *total available water* (TAW), dalam hal deplesi dari kapasitas lapangan (FC). Nilai 0% mewakili profil tanah yang sepenuhnya dibasahi di FC, 100% adalah tanah di *Wilting Point* (WP).

2.8.5 Menu *Crop Water Requirement* (CWR)

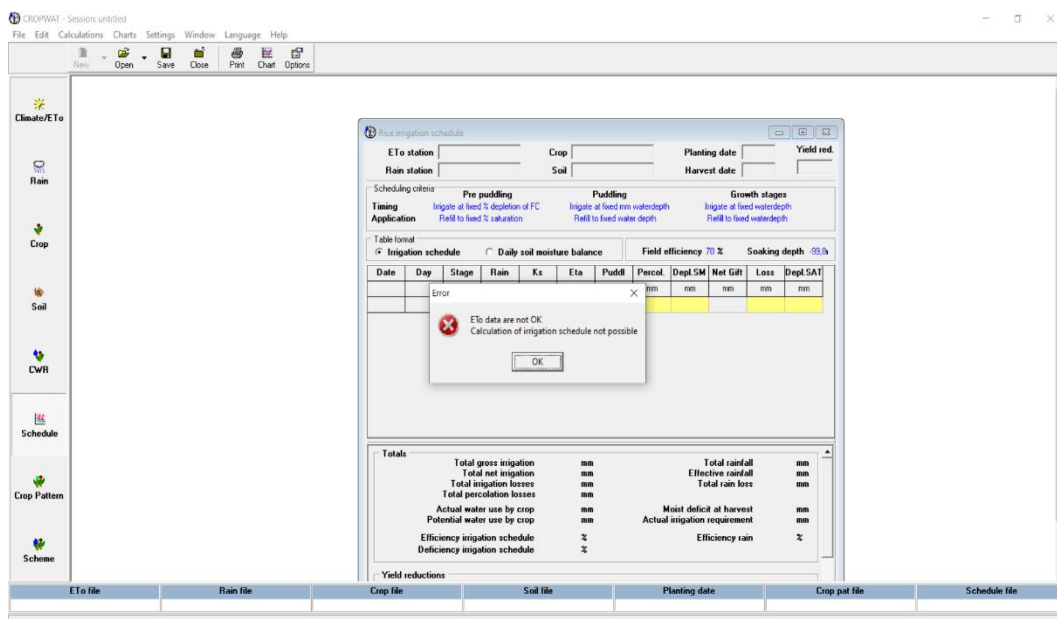


Gambar 2.9 Tampilan Menu *Crop Water Requirement* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Crop Water Requirement* dipilih dengan mengklik ikon CWR di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini menghasilkan perhitungan kebutuhan air tanaman, kebutuhan air irigasi tanaman berdasarkan dekade dan selama musim tanam total, perbedaan antara evapotranspirasi tanaman dalam kondisi standar (ETc) dan curah hujan efektif. Perhitungan dapat dilakukan apabila data-data sudah tersedia seperti data iklim,

curah hujan, dan tanaman. Jika data sudah tersedia, maka Program CROPWAT 8.0 akan menghitung persyaratan air tanaman dan menunjukkan hasilnya melalui menu data. Jika data bermasalah, maka Program CROPWAT 8.0 akan menampilkan kesalahan yang menunjukkan data yang tidak benar atau tidak lengkap.

2.8.6 Menu *Schedule*

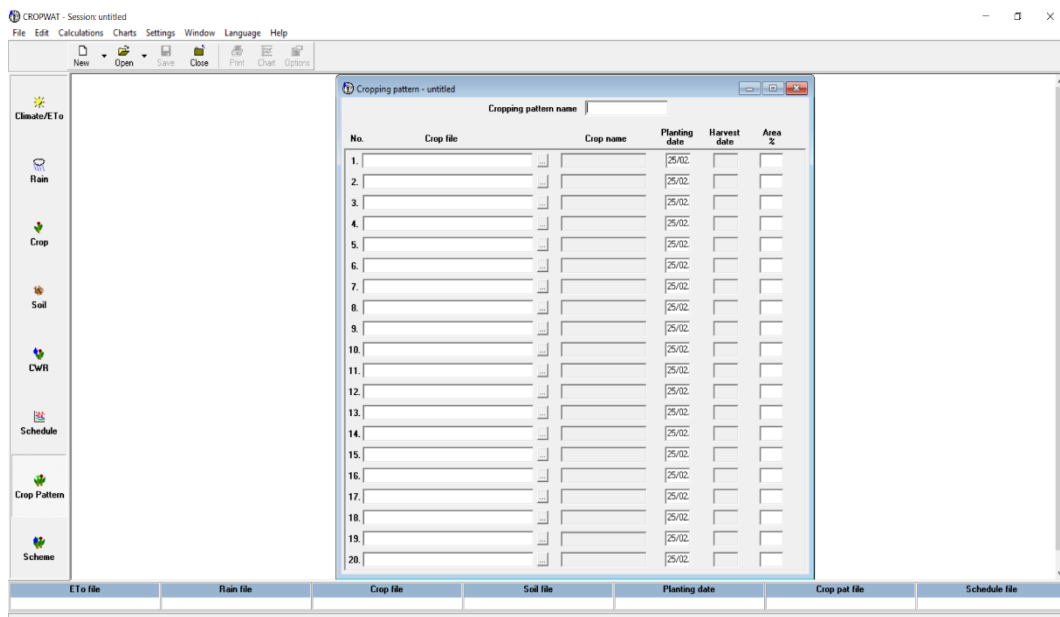


Gambar 2.10 Tampilan Menu *Schedule* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Schedule* dipilih dengan mengklik ikon *Schedule* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini berfungsi untuk menentukan penjadwalan tanaman pada irigasi. Penjadwalan tersebut dapat dimulai dari tanggal pertama masa tanam.

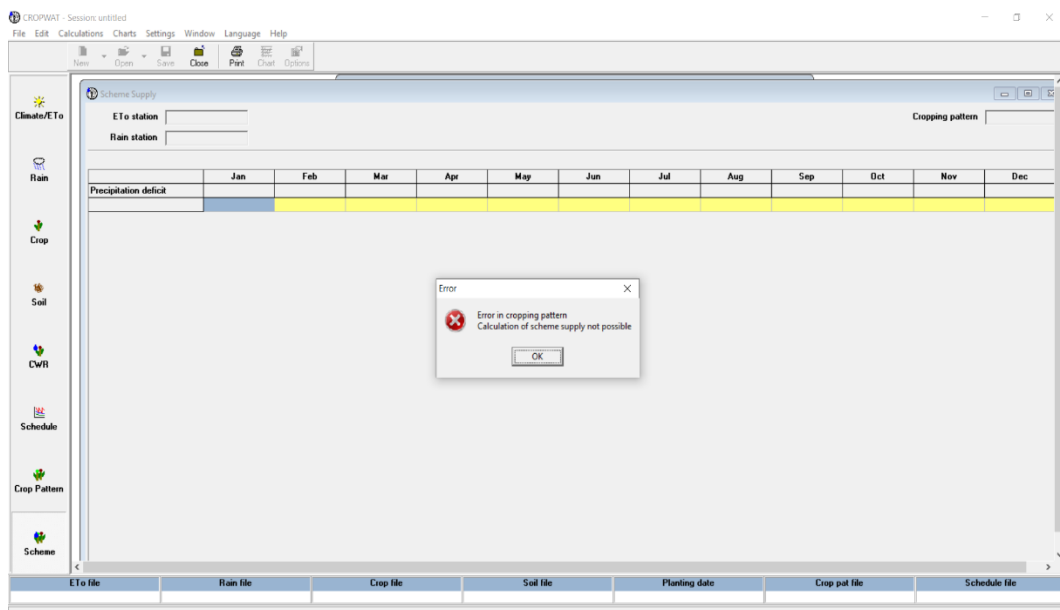
2.8.7 Menu *Crop Pattern*

Menu *Crop Pattern* dipilih dengan mengklik ikon *Crop Pattern* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini berfungsi untuk menentukan pola tanam di daerah irigasi. Program CROPWAT 8.0 dapat menghitung pola tanam hingga 30 tanaman. Setiap tanaman ditentukan data tanaman (koefisien tanaman, lama pertumbuhan, dan kedalaman akar), tanggal penanaman, dan luas tanam (0-100% dari luas daerah irigasi).



Gambar 2.11 Tampilan Menu *Crop Pattern* (Program CROPWAT 8.0)

2.8.8 Menu *Scheme*



Gambar 2.12 Tampilan Menu *Scheme* (Program CROPWAT 8.0)

Menu *Scheme* dipilih dengan mengklik ikon *Shceme* di bilah modul yang terletak di sebelah kiri jendela utama Program CROPWAT 8.0. Menu ini berfungsi untuk menentukan jadwal pemberian air irigasi. Waktu pemberian air irigasi dimulai ketika kelembaban tanah yang tersedia sudah digunakan, sehingga dapat mengembalikan kelembaban tanah ke kapasitas lapangan.

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.17 Penelitian Terdahulu

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
1	Naomi Maigiska (2018)	Analisis Kebutuhan Air Tanaman Untuk Kebun Campuran Pada Daerah Tangkapan Air Pari Pati di Daerah Rawa Punggur Besar	Daerah tangkapan air Parit Pati di daerah Rawa Punggur Besar, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat	Mengkaji kualitas air, besarnya ketersediaan air, dan besar kebutuhan air tanaman	Metode <i>Mock</i> pada perhitungan ketersediaan air, sedangkan analisis kebutuhan air tanaman menggunakan Program CROPWAT 8.0	Debit andalan rata-rata probabilitas 80% sebesar 73,852 liter/detik, debit minimum terdapat pada bulan Maret sebesar 48,622 liter/detik, debit maksimum terdapat pada bulan November sebesar 130,470 liter/detik, dan kebutuhan air paling maksimum terdapat pada bulan Agustus sebesar 60,970 liter/detik
2	Hanan Shalsabillah (2018)	Analisis Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode <i>CROPWAT VERSION</i> 8.0	Daerah Irigasi Air Nipis, Kabupaten Bengkulu Selatan, Bengkulu	Mendapatkan prediksi nilai kebutuhan air irigasi maksimum dan minimum yang diperoleh menggunakan <i>software CROPWAT Version</i> 8.0	Program CROPWAT 8.0	Kebutuhan air irigasi maksimum pada 10 hari pertama bulan Desember sebesar 14,49 m ³ /dt, sedangkan pada pertengahan hingga akhir bulan Maret sebesar 0,04 m ³ /dt
3	Dasril (2021)	Evaluasi Kebutuhan Air Irigasi Dengan Aplikasi CROPWAT 8.0 Daerah Irigasi Amping Parak	Daerah Irigasi Ampiang Parak, Kabupaten Pesisir Selatan	Mengevaluasi kebutuhan air irigasi dengan Program CROPWAT 8.0 dan perhitungan secara manual berdasarkan KP-01 di D.I Amping Parak serta mengetahui kondisi terkini dari Daerah Irigasi Amping Parak	Metode KP-01 pada perhitungan manual serta secara Program menggunakan CROPWAT 8.0	Kebutuhan air maksimal pada MT1 dihasilkan 4,772 m ³ /detik, pada masa MT2 yaitu 4,770 m ³ /detik, dan pada masa MT3 adalah 5,051 m ³ /detik. Sedangkan, berdasarkan data penelusuran irigasi didapat hasil luas lahan yang dimanfaatkan sebagai irigasi kurang lebih 520 Ha, dan saluran mengalami kerusakan akibat tertimbun sedimen

Tabel 2.17 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
4	Linta Fahmi, dkk (2019)	Analisis Kebutuhan Air Padi Sawah Dalam Menentukan Jadwal Irigasi dan Skema Irigasi di Kecamatan Trucuk Kabupaten Klaten Berbasis Software CROPWAT 8.0	Kecamatan Trucuk, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah	Menganalisis kebutuhan air, dan penentuan jadwal serta skema irigasi yang tepat untuk tanaman padi sawah di Kecamatan Trucuk dengan menggunakan Program CROPWAT 8.0	Program CROPWAT 8.0	Kebutuhan air (Etc) tanaman padi Trucuk Klaten sebesar 546 mm/detik, sedangkan curah hujan efektif sebesar 596 mm/detik, jadwal irigasi selama masa tanam padi sawah kecamatan Trucuk dilakukan pada bulan September dan Oktober, dan besarnya air irigasi pada bulan September yaitu sebesar 10,2 mm/hari, apabila satu bulan menjadi 306,6 mm/ bulan
5	Anton Priyonugroho (2014)	Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang	Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah, Kabupaten Empat Lawang, Sumatera Selatan	Mengevaluasi kebutuhan air irigasi dengan Program CROPWAT 8.0 dan perhitungan secara manual berdasarkan KP-01	Metode KP-01 pada perhitungan manual serta secara Program menggunakan CROPWAT 8.0	Perhitungan manual menggunakan metode KP-01 kebutuhan air irigasi maksimum didapat sebesar 2,54 m ³ /dt, sedangkan Program CROPWAT 8.0 sebesar 1,67 m ³ /dt. Untuk minimum pada manual menggunakan metode KP-01 sebesar 0,17 m ³ /dt, sedangkan Program CROPWAT 8.0 sebesar 0,06 m ³ /dt. Kebutuhan maksimum pada perhitungan manual menggunakan metode KP-01 terjadi pada awal tengah bulan pertama Bulan Mei, sedangkan Program CROPWAT terjadi pada 10 hari terakhir Bulan April. Untuk minimum pada metode KP-01 terjadi tengah bulan kedua Bulan Maret, sedangkan Program CROPWAT 8.0 terjadi 10 hari terakhir Bulan Januari.

Tabel 2.17 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
6	Niyonkuru Rose (2019)	<i>Application of FAO-CROPWAT Software For Modelling Irigation Schedule of Rice in Rwanda</i>	Rawa Muvumba Provinsi Nygaterere bagian Tabagwe dan Rwempasha	Melakukan simulasi menggunakan program CROPWAT 8.0 untuk menghitung kebutuhan air tanaman dan penjadwalan irigasi	Program CROPWAT 8.0	Tekstur tanah pada lokas tersebut lempung liat. Rata-rata laju infiltrasi tanah di lapangan percobaan adalah 12,8 mm/jam. Artinya, lapisan air 12,8 mm di permukaan tanah membutuhkan waktu satu jam untuk meresap. Sesuai klasifikasi Majumdar (2000) tentang laju infiltrasi tanah, lahan rawa ditemukan memiliki laju infiltrasi yang cukup lambat. Curah hujan efektif maksimum 80,3 mm terjadi pada bulan Oktober dan minimum 20,9 mm terjadi pada bulan Juli. Menunjukkan bahwa Juli adalah bulan terkering, yang membutuhkan lebih banyak air irigasi dan curah hujan yang tinggi terjadi pada bulan Oktober.
7	Madhusudhan M S (2021)	<i>Crop Water and Net Irrigation Requirement of Major Crops Grown in Mandya City using Cropwat 8.0</i>	Kota Mandya, India	Menetapkan pola tanam, menghitung kebutuhan air untuk tanaman, serta validasi program dengan membandingkan nilai evapotranspirasi tanaman	Program CROPWAT 8.0	Curah hujan efektif lebih rendah dari kebutuhan air tanaman untuk semua tanaman yang tumbuh di daerah penelitian.
8	Amulya G V (2020)	<i>Estimation of Crop Water Requirement for Paddy Crop in Belavanur Village, Davangere District</i>	Desa Belavanur, Kecamatan Davangre, Davangere	Mengetahui nilai evapotranspirasi tanaman aktual di daerah penelitian tersebut	Metode Penman-Modifikasi untuk perhitungan manual dan Program Cropwat 8.0	Perhitungan kebutuhan air tanaman dengan metode Penman-Modifikasi memakan waktu sedangkan, program cropwat menunjukkan hasil lebih akurat dan efektif