

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu merupakan salah satu upaya penulis untuk membangkitkan kembali permasalahan-permasalahan pada penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Hasil dari pembangkitan masalah tersebut dapat membantu penelitian untuk membandingkan dan memperkuat permasalahan yang diambil. Berikut penelitian terdahulu yang masih terkait dengan permasalahan penulis ambil.

##### **2.1.1 Penelitian Nendra Setiawan (2019)**

Penelitian yang dilakukan oleh Nendra Setiawan (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “ Aplikasi Program Optimasi Pengelolaan Air Irigasi dengan *Visual Basic for Application* (VBA) Pada Microsoft Excel (Studi Kasus Daerah Irigasi Bendung Cimulu” memiliki jenis penelitian berbasis program linier yang dikombinasikan dengan Teknik simulasi untuk mendapatkan metode optimasi. Model optimasi dibentuk dengan cara mengombinasikan kelakuan sistem dengan tujuan sistem, selanjutnya dipilih algoritma yang cocok untuk diterapkan ke dalam model optimasi tersebut. Sedangkan untuk rancangan aplikasi pada studi ini menggunakan VBA (*Visual Basic for Application*) yang terdapat pada Microsoft Office Excel versi 2013. Hasil perancangan aplikasi sistem pengelolaan air irigasi sudah cukup dan dapat digunakan untuk mempercepat proses perhitungan optimasi lahan. Sistem yang dibangun sudah bisa menghasilkan grafik walaupun grafik

tersebut akhirnya masih harus disesuaikan sendiri skalanya. Hasil perhitungan yang dihasilkan aplikasi tentu lebih detail dan rinci serta sesuai dengan kaidah hasil perhitungan manual, artinya hasil luaran dari aplikasi sama dengan hasil perhitungan manualnya. Persamaan Penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang diteliti merupakan sawah pada daerah Irigasi Cimulu.
2. Hasil akhir penelitian resiko gagal lahan pada daerah Irigasi Cimulu.

Peberdaan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subjek pada penelitian sebelumnya adalah hasil perhitungan berdasarkan debit intake pada pintu Irigasi Bendung Cimulu dan hasil rekapitulasi 80% curah hujan dari tiga stasiun, sedangkan pada penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah petani dan hasil citra satelit.
2. Teori yang digunakan dalam penelitian sebelumnya adalah teori optimasi, sedangkan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemetaan pada aplikasi arcgis.
3. Fokus pada penelitian sebelumnya adalah penggunaan aplikasi VBA untuk optimasi hasil panen yang optimal, sedangkan pada penelitian ini adalah pemetaan gagal lahan

### **2.1.2 Penelitian Dadan Firmansyah (2021)**

Penelitian yang dilakukan oleh Dadan Firmansyah (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Kajian Rasio Prediksi dan Eksisting Luas Gagal

Lahan Daerah Irigasi Cimulu” memiliki jenis penelitian dengan mengkaji rasio prediksi dan eksisting luas gagal lahan serta pemetaan lokasi gagal lahan menggunakan ArcGIS 10.6. Penelitian yang dilakukan dengan wawancara ke petani di wilayah Irigasi Cimulu, menghasilkan sampel 143 titik dengan sistem golongan dan secara statistik didapatkan luas gagal lahan 40%. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek yang diteliti merupakan sawah pada daerah Irigasi Cimulu.
2. Hasil akhir penelitian resiko gagal lahan pada daerah Irigasi Cimulu.

Peberdaan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subjek pada penelitian sebelumnya adalah hasil perhitungan berdasarkan survey sampel petani di 143 titik Daerah Irigasi Cimulu, sedangkan pada penelitian ini yang menjadi subjek penelitian adalah hasil citra satelit.
2. Teori yang digunakan dalam penelitian sebelumnya adalah teori perbandingan dari sampel petani yang didapat, sedangkan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemetaan pada aplikasi arcgis dengan melihat topografi, jarak dari pintu irigasi dan luas sawah potensial Daerah Irigasi Cimulu.
3. Fokus gagal lahan pada penelitian sebelumnya melibatkan keseluruhan sebab kegagalan lahan, sedangkan pada penelitian ini fokus gagal lahan hanya pada daerah yang diakibatkan kekurangan air irigasi berdasarkan topografi dan jarak lahan dari saluran irigasi.

## **2.2 Kebutuhan dan Ketersediaan Air Irigasi**

### **2.2.1 Kebutuhan Air Irigasi**

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Kebutuhan air sawah untuk padi ditentukan oleh penyiapan lahan, penggunaan konsumtif, perkolasi dan rembesan, pergantian lapisan air dan curah hujan efektif.

Kebutuhan air irigasi secara keseluruhan perlu diketahui karena merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. (Sosrodarsono, 2003)

Kebutuhan air bagi tanaman di definisikan sebagai tebal air yang dibutuhkan untuk memenuhi jumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi suatu tanaman sehat, tumbuh pada areal yang luas, pada tanah yang menjamin cukup lengas tanah, kesuburan tanah, dan lingkungan hidup tanaman cukup baik sehingga secara potensial tanaman akan berproduksi secara baik (Sudjarwadi, 1979).

Kebutuhan air irigasi menurut Departemen Pekerjaan Umum (1986) adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mencukupi keperluan bercocok tanam pada petak sawah ditambah dengan kehilangan air irigasi. Pola dan waktu tanam serta jenis komoditas yang direncanakan merupakan perhitungan kebutuhan air dalam

hubungannya dengan estimasi besarnya debit air yang harus dipenuhi untuk keperluan irigasi, ditinjau berdasarkan pola dan waktu tanam serta jenis komoditas yang direncanakan.(Wiryawan et al., 2016)

Kebutuhan air irigasi merupakan hasil perkalian antara luas lahan (sawah) dengan kebutuhan air irigasi satuan di daerah lahan tersebut pada satu musim tanam. Satuan kebutuhan air irigasi adalah volume air yang dibutuhkan untuk luas lahan irigasi dalam periode setengah bulanan selama tiga musim tanam (satu tahun) (Hidayat, A. K., & Darmanto, 2001).

Dikutip dari buku Bambang Triatmodjo, kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi beberapa faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, jadwal tanam dan lain-lain. Berbagai kondisi lapangan yang berhubungan dengan kebutuhan air untuk pertanian bervariasi terhadap waktu dan ruang seperti dinyatakan dalam faktor-faktor berikut ini.

1. Jenis dan varitas tanaman yang ditanam petani.
2. Variasi koefisien tanaman, tergantung pada jenis dan tahap pertumbuhan dari tanaman.
3. Kapan dimulainya persiapan pengolahan lahan (golongan).
4. Jadwal tanam yang dipakai oleh petani, termasuk didalamnya pasok air sehubungan dengan persiapan lahan, pembibitan dan pemupukan.

5. Status sistem irigasi dan efisiensi irigasinya.

6. Jenis tanah dan faktor agro-klimatologi.

Pada hitungan kebutuhan irigasi selama penyiapan lahan, digunakan metode yang dikembangkan oleh Van de Goor dan Zijlsha (1968). Metode tersebut didasarkan pada lajur air konstan dalam mm/hari selama periode penyiapan lahan, dengan rumus sebagai berikut

$$IR = \frac{Me^k}{e^k - 1} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

IR = kebutuhan air irigasi (lahan) pada kondisi saat pengolahan lahan,

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi

dan perkolasi di sawah

$$M = Et_0 + P \dots\dots\dots (2.2)$$

e = Bilangan Euler yaitu 7,18

P = perkolasi

$$K = \frac{MT}{s} \dots\dots\dots (2.3)$$

S = kebutuhan air untuk penjemuran ditambah dengan lapisan air 50.

T = jangka waktu penyiapan lahan

Kebutuhan air irigasi di lahan (sawah) pada kondisi saat penanaman padi merupakan fungsi Evapotranspirasi tanaman ( $E_t$ ), perkolasi (P), dan kebutuhan air (WLR). Kebutuhan bersih air di sawah adalah kebutuhan total air di sawah dikurangi oleh curah hujan efektif, sehingga air yang diperlukan sudah berkurang akibat pengambilan air untuk tanaman, sebagian diambil dari curah hujan. Kebutuhan air di sawah dapat dihitung dengan persamaan :

$$NFR = Etc + P + WLR - Re \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

NFR = Kebutuhan air irigasi di sawah (mm/hari)

Etc = Penggunaan Konsumtif

WLR = Penggantian lapisan air (water layer requirement), mm/hari

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

Kebutuhan air irigasi di sawah (lahan) terjadi pada dua kondisi yaitu (1) Kondisi pada saat pengolahan dibutuhkan air irigasi untuk penyiapan lahan dan (2) Pada saat penanaman dibutuhkan air irigasi untuk mengganti kebutuhan konsumtif, penggenangan, perkolasi dan rembesan. Kebutuhan air irigasi di lahan (sawah) pada kondisi saat pengolahan lahan merupakan fungsi evaporasi ( $E_0$ ), perkolasi (P), kebutuhan air untuk penjemuran dan untuk penggenangan lapisan air (S), jangka waktu penyiapan lahan (T). Data hasil perhitungan Kebutuhan Air Irigasi satuan.

### 2.2.2 Ketersediaan Air Irigasi

Ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air pada dasarnya berasal dari air hujan (atmosferik), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (recharge) pada kandungan air tanah yang ada (Anonim, Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2006 Tentang Irigasi, 2006).

Ketersediaan air irigasi merupakan jumlah debit air yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, ketersediaan air irigasi sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air irigasi mengandung unsur variabilitas ruang (spatial variability) dan variabilitas waktu (temporal variability) yang sangat tinggi dan dipengaruhi oleh masukan (input) dan keluaran (output) yang terjadi.

Hitungan debit dengan probabilitas 80% yaitu dengan mengurutkan data tahunan yang ada dari yang terbesar ke yang terkecil. Kemudian dipersentasekan dengan menggunakan rumus Weibull, yaitu membandingkan antara nomor urut data dengan jumlah tahun data yang ada ditambah 1 lalu dikalikan 100 %. Didapatlah data debit dengan probabilitas 80 %. Jika tidak memperoleh angka 80 % maka bisa dilakukan interpolasi untuk mendapatkan Q80.

### 2.2.3 Simulasi Faktor K

Dasar-dasar untuk menentukan tindakan dalam perencanaan irigasi adalah dengan menganalisis faktor k yang persamaannya sebagai berikut (Aprizal & Yuniar, 2017):

$$Faktor K = \frac{Debit Andalan 80\%}{Debit Kebutuhan Air} \dots\dots\dots (2.5)$$

Berdasarkan nilai faktor k tersebut diatas, didapatkan beberapa kondisi sebagai berikut:

1. Harga faktor k = 1

Air yang ada dibangun utama mampu mencukupi seluruh areal sawah setiap waktu dan air dapat dialirkan secara terus menerus.

2. Harga faktor k  $0,8 < k < 1$

Dalam keadaan ini dapat dipertahankan aliran air yang terus menerus, namun pemberian air harus disesuaikan sebanding dengan faktor k. Pengurangan sampai dengan 20% atau k = 0,8 masih memungkinkan tanaman bertahan hidup, namun debit pada setiap pintu bangunan bagi atau sadap dikurangi sesuai dengan nilai faktor k tersebut.

3. Harga  $0,5 < k < 0,8$

Bila hal ini terjadi, air yang tersedia tidak mencukupi. Tindakan diatas bila dilaksanakan atau dengan melakukan pemberian air secara bergilir.

4. Harga faktor k  $< 0,65$

Keadaan ini tanaman akan mengalami kesulitan dalam pertumbuhan. Oleh karena itu tindakan pengoptimalisasian perlu dilakukan.

Pemberian air secara terus menerus dapat dilakukan selama debit ketersediaan air > 65% debit kebutuhan air (Sidharta, 2001) yang berarti selama faktor  $k > 0,65$  maka pemberian air secara terus menerus dapat dilakukan.

## **2.3 Kondisi Gagal Lahan dan Pemetaan**

### **2.3.1 Rumus slovin**

penentuan ukuran sampel dapat dikelompokkan dalam dua macam pendekatan, yaitu: (1) pendekatan statistika, dan (2) pendekatan non statistika. Pada pendekatan non statistika, subyektifitas peneliti dianggap terlampau besar dalam menentukan ukuran sampel, sehingga terlihat ada kecenderungan preferensi untuk lebih memilih pendekatan statistika. (Setiawan, 2017)

Rumus Slovin merupakan salah satu pendekatan statistika untuk mendapatkan nilai sampel dari total populasi yang ditinjau berdasarkan gelagat pendugaan. Berikut merupakan rumus Slovin :

$$n = \frac{N}{N \cdot d^2 + 1}$$

dimana:

$n$  = ukuran sampel

$N$  = ukuran populasi

$d$  = galat pendugaan

### 2.3.2 Kondisi Gagal Lahan

Risiko gagal lahan dapat diartikan sebagai kerugian karena tidak tercapainya produksi dari lahan garapan akibat dari tindakan pada proses pengambilan keputusan dalam proses perencanaan pengelolaan air irigasi. Gagal lahan yang dimaksud dapat diartikan sebagai gagal panen dalam pengertian produksi tidak seperti yang diharapkan karena kekurangan kebutuhan air irigasi. Peneliti INDEF Ahmad Heri Firdaus (2018).

Gagal lahan adalah kondisi dimana luas areal tanaman tidak bisa dipanen karena tanaman tidak sesuai dengan standard yang diharapkan, dapat pula diasumsikan sebagai gagal panen. Hitungan gagal lahan dari gagal panen adalah dengan cara konversi hasil produksi yang diharapkan (kondisi produksi harapan) ke hasil produksi eksisting, misalnya harapan produksi hasil gabah per hektar adalah 4,30 ton/ha/musim tetapi hasil produksi eksisting hanya 4,0 ton/ha/musim maka dapat kita asumsikan ada gagal lahan sebesar  $0,30/4,30 \times 1$  ha yaitu sebesar 0,07 ha.

Asumsi yang kedua adalah penurunan produksi gabah diakibatkan karena banyak hal, salah satunya karena tidak adanya kecukupan air. Apabila seluruh luas lahan irigasi diairi dengan ketersediaan air irigasi yang lebih kecil dari kebutuhan air untuk tanaman, maka akan mengakibatkan penurunan produksi, dengan kata lain harus ada reduksi lahan agar hasil produksi gabah per hektar sesuai dengan harapan. Dengan demikian maka ketersediaan air irigasi akan mencukupi kebutuhan air dengan lahan irigasi yang telah di reduksi. Sisa lahan hasil reduksi ini diasumsikan sebagai gagal lahan, dan hal ini merupakan resiko dari hasil reduksi lahan.

Musim kemarau panjang pada tahun 2018 berpotensi menyebabkan risiko gagal panen, Risiko penurunan produksi padi akibat perubahan iklim dapat diartikan sebagai suatu kemungkinan yang dapat menyebabkan kerugian yang diwakili oleh penurunan produksi tanaman pangan sebagai bahaya (hazard) (Ruminta, 2016)

Penurunan luas panen atau gagal lahan akan menentukan produksi padi. (Ruminta, 2016) menyatakan penurunan produksi akan mengganggu pasokan beras nasional dan stabilitas keamanan pangan nasional. Bila luas gagal lahan tanaman padi dapat diprediksi sejak awal maka luas gagal lahan Daerah Irigasi dapat ditanami tanaman lain sehingga akan memperkuat ketahanan pangan. Salah satu penyebab penurunan produksi padi adalah dampak perubahan iklim. Perubahan iklim selama abad terakhir telah mengakibatkan kenaikan suhu tahunan rata-rata global, perubahan pola curah hujan, kenaikan muka air laut, dan peningkatan. Hasil kajian Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC (IPCC 2007 dalam (Ruminta, 2016)).

Perubahan pola curah hujan akan menyebabkan perubahan kesetimbangan air. Analisis kesetimbangan air adalah hal penting dalam sistem irigasi. Kesetimbangan air (water balance) yaitu rasio antara kebutuhan air (water demand) dengan air tersedia (water available) dianggap melampaui titik kritis atau dianggap berada dalam ambang bahaya akan defisit air bila mencapai angka diatas 75% (Sunjoto Kusumosanyoto, 2009).

### 2.3.3 Deviasi Standar

Dikutip dari buku Bambang Triatmodjo, tidak semua variat dari variabel sama dengan nilai reratanya, tetapi ada yang lebih besar atau lebih kecil. Besarnya derajat sebaran variat disekitar nilai reratanya disebut varian (*variance*) atau penyebaran (*dispertion*). Penyebaran data dapat diukur dengan deviasi standar (*standard deviation*) dan varian.

Simpangan baku atau standar deviasi merupakan salah satu teknik statistik untuk menjelaskan homogenitas dari sebuah data kelompok. Simpangan baku juga merupakan nilai statistik yang digunakan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel, serta seberapa dekat titik data individu ke rata-rata nilai dari sampelnya.

simpangan baku umumnya digunakan untuk mengetahui apakah sampel data yang diambil mewakili seluruh populasi . dari perhitungan tersebut dapat diketahui nilai yang mewakili seluruh populasi.

### 2.3.4 Sistem informasi Geografi (SIG)

Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan sistem informasi yang dirancang untuk mengelola, menganalisa, dan memetakan informasi yang bereferensi geografis berikut atributnya. SIG juga merupakan alat untuk membuat peta, menganalisis data, serta melaporkan hasilnya. SIG ada atas kebutuhan pengelolaan data keruangan (*spasial*) agar menjadi lebih efisien dan efektif. Teknologi SIG terus berkembang dan mengalami perbaikan seiring dengan semakin banyaknya pihak yang membutuhkan dan manfaatkannya (Akhmad, 2016) Melalui SIG proses perorganisasian,

pengelolaan, dan memodifikasi data lebih mudah dilakukan. SIG menangkap persebaran fenomena spasial yang terjadi di muka bumi (Zhu, 2014).

Fungsi nyata SIG dapat dideskripsikan menjadi tiga fungsi utama. Pertama, fungsi merepresentasikan secara spasial gambaran permukaan bumi. Fungsi ini menjadi fungsi paling sederhana dan paling dasar dari adanya sistem informasi geografi. Peta digital ini memberikan gambaran lokasi geografi serta penjelasan atribut yang ada di lokasi tersebut. Kedua, fungsi pengelolaan data spasial. Pengelolaan data spasial dalam bentuk layer peta digital yang memiliki beberapa tema tertentu. Pengelolaan data spasial dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan pengguna data. Ketiga, fungsi analisis spasial dan permodelan. Fungsi ini berdasarkan lokasi objek yang telah dianalisis, kemampuan mensimulasikan beberapa data spasial dengan data atribut sangat berguna dalam perencanaan strategis suatu wilayah. (Zhu, 2014)

### **2.3.5 ArcGis 10.6**

ArcGIS merupakan salah satu perangkat lunak desktop Sistem Informasi Geografis dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI. Dengan ArcGIS, pengguna dapat memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query (baik basis data spasial maupun non-spasial), menganalisis data secara geografis dan sebagainya (Budiyanto, 2005).

ArcGIS dirancang sebagai perangkat desktop mapping dengan kemampuan membuat tampilan peta dan representasi data lain seperti grafik, gabungan grafik dengan peta, dan sebagainya yang sangat menarik dan cepat dalam proses pembuatannya. Hal ini menjadikan ArcGIS memiliki fungsi-fungsi analisis lebih banyak dari ArcView atau perangkat lunak SIG lain (Budiyanto, 2005).

*ArcGIS 10.6* merupakan sebuah software pengolah data spasial, yang memiliki berbagai keunggulan yang dapat dimanfaatkan oleh kalangan pengolah data spasial. *ArcGIS* memiliki kemampuan dalam pengolahan atau editing arc, menerima atau konversi dari data digital lain seperti CAD, atau dihubungkan dengan data image seperti format .JPG, .TIFF, atau image gerak (Budiyanto, 2005).