

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian – penelitian yang pernah dilakukan oleh para peneliti dan akademisi yang menjadi beberapa tinjauan pustaka dalam menyusun penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Sutarno,(2003)	Prediksi Erosi dan Sedimentasi dengan metodeUSLE dan MUSLE pada Kawasan Hutan Jati di Cepu Jawa Tengah	(1) Perhitungan yang dihasilkandari Metode MUSLE dapat memberikan hasil yang lebihrinci yaitu 1524,385 ton danuntuk metode USLE. 278,915 ton mengenai hasil dari klasifikasi sedimentasi (2) Klasifikasi erosi pada hutan jadi menurut USLE 2,499 ton/ha/th dan metode MUSLE adalah 13,661 ton/ha/th.

2.	Amirudin,(2008)	Analisa tingkat kekritisan lahan berdasarkan laju erosi di Hulu DAS Brantas Kota Batu	(1) Luas lahan sangat kritis dan kritis di hulu DAS Brantas di Kota Batu adalah 93.305,897 Hada 269.417,553 Ha dengan total erosi 362.723,450 Ton/Thn. Kekritisan lahan di hulu DAS Brantas bervariasi dari sangat kritis dan kritis. Kecamatan yang memiliki lahan sangat kritis dan kritis yang paling tinggi adalah Kecamatan Bumiaji di desa Gunungsari dan Tulungrejo, sedangkan Kecamatan Junrejo memiliki lahan sangat kritis dan kritis yang paling rendah yang terletak pada desa Dadaprejo dan Beji.
----	-----------------	---	--

3.	Rusnam,(2013)	Analisa spasial besaran tinggi erosi pada tipe satuan lahan di SUB DAS Batang Kandis	Identifikasi berdasarkan arah rehabilitasi lahan dan k onservasi tanah, untuk mengetahui daerah tingkat bahaya erosi tinggi yang memerlukan tindakan konservasi.
4.	Kustamar(2013)	Konservasi Sumber Daya Air di Hulu DAS	Konservasi di hulu DAS merupakan kegiatan yang sangat penting untuk menekan laju erosi permukaan dan longsor. Material hasil erosi dan longsor yang hanyut terbawa dan mengendap di alur sungai, akan menjadi pemicu banjir. Konsep kemitraan dengan masyarakat dipandang sangat tepat, sehingga program pemberdayaan masyarakat harus terus diupayakan. Perbaikan kesejahteraan, terutama peningkatan ekonomimasih menjadi nilai tawar yang sangat tinggi untuk menggalang peran aktif masyarakat dalam

			konservasi lahan dan sumber daya air.
5.	Atika Purnama Usman (2016/2017)	Rencana Konservasi Lahan dengan orientasi untuk Pengendalian Erosi Permukaan di Kawasan Kota Batu	Jumlah erosi setelah konservasi menunjukkan penurunan sebesar 21,54% setelah dilakukannya konservasi vegetatif maupun konservasi mekanis. Hal ini dapat memperpanjang usia waduk Sutami serta mengurangi tampungan waduk tersebut.

Tabel di atas adalah beberapa contoh penelitian yang berkaitan dengan tingkat bahaya erosi serta tingkat kekritisian lahan yang terjadi di beberapa daerah maupun DAS di Indonesia.

2.2 Analisa Hidrologi

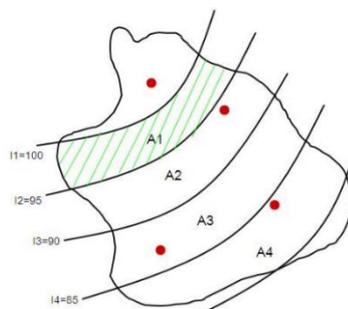
Pengukuran yang diperoleh dari masing – masing pos penakar hujan adalah data hujan local (*Point Rain Fall*), sedangkan untuk keperluan analisa yang diperlukan adalah data hujan daerah aliran. Dengan kata lain, curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata – rata daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah. Beberapa cara yang

digunakan untuk menghitung curah hujan rerata daerah, antara lain sebagai berikut ini: (Arsyad S. , 2010)

- **Cara Isohyet**

Peta isohyet digambar pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 mm sampai dengan 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan didalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara dua garis yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohyet yang berdekatan yang termasuk daerah-daerah itu dapat dihitung. (Arsyad, 2009)

Kemudian luas di antara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur dan harga



Gambar 2. 1 Metode Isohyet

rata- ratanya dihitung sebagai harga rata-rata timbang dari nilai Kontur, seperti berikut ini:

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.1$$

Dimana :

An = luas area

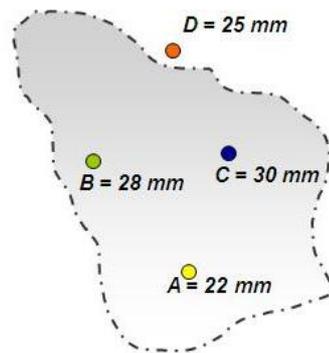
D = tinggi curah hujan rata-rata areal d0, d1, d2,... dn = tinggi curah

hujan pada isohyet 0, 1, 2, ... n A1, A2,... An = luas bagian areal yang

dibatasi oleh isohyet-isohyet yang bersangkutan.

- **Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)**

Metode ini adalah metode yang paling sederhana. Pengukuran dengan metode ini dilakukan dengan merata-ratakan hujan di seluruh DAS. Stasiun hujan yang digunakan untuk menghitung dengan metode ini adalah yang berada di dalam DAS, akan tetapi stasiun yang berada di luar DAS dan jaraknya cukup berdekatan masih bisa diperhitungkan.



Gambar 2. 2 Metode Aljabar

Metode aljabar ini memberikan hasil yang tidak teliti, metode ini memberikan hasil yang cukup baik jika penyebaran hujan merata, serta hujan tidak terlalu bervariasi. Hujan DAS dengan cara ini dapat diperoleh dengan persamaan: (Arsyad, 2009)

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

p = hujan rerata di suatu DAS

pi = hujan di tiap-tiap stasiun

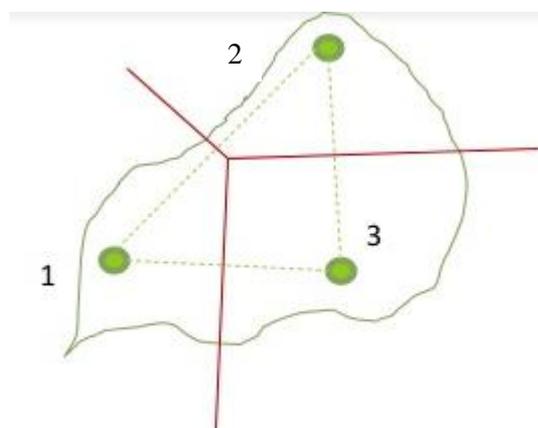
n = jumlah stasiun

- **Metode Thiessen**

Metode ini digunakan untuk menghitung bobot masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Metode ini digunakan bila penyebaran hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. (Arsyad,2009)

Prosedur Menghitung Dengan Metode Poligon Thiessen :

1. Stasiun hujan digambar pada peta daerah yang ditinjau.
2. Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus, sehingga akan didapatkan bentuk segitiga.
3. Tiap-tiap sisi segitiga dibuat garis berat sehingga saling bertemu dan membentuk suatu poligon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon, sedangkan untuk stasiun yang berada di dekat batas daerah, garis batas daerah membentuk batas tertutup dari poligon.
4. Luas tiap poligon diukur, kemudian dikalikan dengan kedalaman hujandi tiap poligon.



Gambar 2. 3 Metode Polygon Thiesen

Hasil jumlah hitungan tersebut dibagi dengan total luas daerah yang ditinjau. Persamaan perhitungan sebagai berikut:

$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

- P = curah hujan rata-rata,
- P₁, ..., P_n = curah hujan pada setiap stasiun,
- A₁, ..., A_n = luas yang dibatasi tiap poligon.

2.3 Pengertian Erosi

Erosi adalah peristiwa berpindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah pada suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan di tempat lain. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin (Arsyad S. , 2010).

Erosi oleh angin disebabkan oleh kekuatan angin, sedangkan erosi oleh air ditimbulkan oleh kekuatan air. Di daerah beriklim basah erosi air yang lebih penting, sedangkan erosi oleh angin tidak begitu berarti. Erosi oleh angin merupakan peristiwa sangat penting di daerah beriklim kering. Indonesia adalah daerah tropika yang umumnya beriklim basah atau agak basah (Arsyad S. , 2010)

Kerusakan yang dialami tanah tempat erosi terjadi berupa kemunduran sifat-sifat kimia yang fisik tanah seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik dan memburuknya sifat-sifat tanah antara lain menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah dan berkurangnya kemantapan struktur tanah yang akhirnya menyebabkan memburuknya produktivitas. Selain menimbulkan degradasi lahan, erosi juga menimbulkan beberapa hal yang merugikan, baik

terjadi secara langsung maupun tak langsung. Dampak dari erosi disajikan dalam Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Dampak dari Erosi

No	Dampak	Dampak di Tempat Kejadian Erosi	Dampak di Luar Kejadian Erosi
1	Langsung	<p>a. Kehilangan lapisan tanah yang baik bagi berjangkanya akar tanaman.</p> <p>b. Kehilangan unsur hara dan kerusakan struktur tanah.</p> <p>c. Peningkatan penggunaan energi untuk produksi</p> <p>d. Penurunan produktivitas tanah atau bahkan menjadi tidak dapat dipergunakan untuk berproduksi.</p> <p>e. Kerusakan bangunan konservasi dan bangunan lain.</p>	<p>a. Pelumpuran dan pendangkalan waduk sungai saluran dan bada air lainnya.</p> <p>b. Tertimbunnya lahan pertanian jalan dan bangunan lainnya.</p> <p>c. Menghilangkan mata air dan memburuknya kualitas air.</p> <p>d. Kerusakan ekosistem perairan (tempat bertelurnya ikan).</p> <p>e. Kehilangan nyawa dan harta oleh banjir.</p>
2	Tidak Langsung	<p>a. Berkurangnya alternatif penggunaan tanah.</p> <p>b. Timbulnya dorongan untuk membuka lahan baru.</p> <p>c. Keperluan akan perbaikan</p>	<p>a. Kerugian oleh berkurangnya umur waduk.</p> <p>b. Meningkatnya frekuensi dan besarnya banjir.</p>

		lahan dan bangunan rusak.	
--	--	---------------------------	--

Sumber : Arsyad, 2010

Jadi, dari tabel 2.2 kita dapat mengetahui bahwa bentuk dampak dari kejadian erosi secara langsung salah satunya yaitu, kehilangan unsur hara dan kerusakan struktur tanah, sedangkan secara tidak langsung yaitu, berkurangnya alternatif penggunaan lahan.

2.3.1 Pendugaan Laju Erosi

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan metode yang umum digunakan untuk memperediksi laju erosi. Selain sederhana, metode ini juga sangat baik diterapkan di daerah-daerah yang faktor utama penyebab erosinya adalah hujan dan aliran permukaan. Wischmeier (1976) dalam Risse et al. (1993) mengatakan bahwa metode USLE didesain untuk digunakan memprediksi kehilangan tanah yang dihasilkan oleh erosi dan diendapkan pada segmen lereng bukan pada hulu DAS, selain itu juga didesain untuk memprediksi rata-rata jumlah erosi dalam waktu yang panjang. Akan tetapi kelemahan model ini adalah tidak dipertimbangkannya keragaman spasial dalam suatu DAS dimana nilai input parameter yang diperlukan merupakan nilai rata-rata yang dianggap homogen dalam suatu unit lahan (*Hidayat, 2003*), khususnya untuk faktor erosivitas (R) dan kelerengan (LS).

Adapun persamaan metode USLE adalah sebagai berikut :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots(2.4)$$

Di mana :

A : Jumlah Tanah Yang Tererosi (Ton/Ha/Tahun)

R : Faktor Erosivitas Hujan (cm)

K : Faktor Erodibilitas Tanah

L : Faktor Panjang Lereng (m)

S : Faktor Kemiringan Lereng (%)

C : Faktor Penutupan Dan Pengelolaan Tanaman

P : Faktor Tindakan Konservasi Tanah

2.3.2 Faktor Erosivitas Hujan (R)

Faktor Erosivitas Hujan adalah salah satu faktor yang menentukan dalam prakiraan besarnya erosi tanah. Secara umum karakteristik curah hujan yang turun akan berpengaruh terhadap jenis erosi yang terjadi di suatu tempat. Dimana Nilai R harus berasosiasi dengan Energi hujan dan banyaknya aliran permukaan akibat hujan. Indeks Erosi hujan (EI_{30}) adalah perkalian antara Jumlah Energi hujan selama periode hujan (E) dalam ton meter per ha dengan Intensitas Hujan maksimum selama 30 menit (I_{30}) dalam Cm per jam. Energi kinetik hujan (E) didapat dari persamaan yang dikembangkan oleh Bols (1978). (Asriadi, 2018)

$$EI_{30} = 6,119 (CHB)^{1,21} (JHH)^{-0,47} (CHH)^{0,53} \dots\dots\dots(2.5)$$

$E I_{30}$ = Interaksi energi dengan intensitas hujan maksimum 30 menit.

CHB = Curah hujan rata – rata bulanan (cm)

JHH = Jumlah hari hujan rata – rata per bulan

CHH = Curah hujan maksimum dalam satu bulan (cm)

2.3.3 Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas dari suatu tanah adalah kondisi kepekaan tanah untuk tererosi. Erodibilitas dipengaruhi oleh dua hal yaitu gambaran fisik tanah dan perlakuan yang dikerjakan pada tanah itu sendiri. Untuk

mendapatkan nilai dari erodibilitas tanah dapat diperoleh dari pengukuran di lapangan dan laboratorium yang kemudian didapatkan parameter – parameter untuk menduga nilai K yaitu :

- a) Persen debu (2-5 mikron) + persen pasir sangat halus (5- 100 mikron)
- b) Persen pasir
- c) Persen bahan organik
- d) Struktur tanah
- e) Permeabilitas tanah

Dari parameter-parameter tersebut diatas kemudian dimasukkan dalam persamaan matematis (Wischmeier et al.1971), yang menggabungkan karakteristik tanah dengan tingkat erodibilitas tanah berikut (Asdak, 2004; 361) :

$$K = 2,713 \times 10^{-4} O(12 - O)M^{1,14} + 3,25(S' - 2) + 2,5 \left(\frac{P' - 3}{100} \right). (2.6)$$

Dimana :

K = Erodibilitas Tanah

OM = Persen untuk organik

S = Kode klasifikasi struktur tanah P = Permeabilitas tanah

M = Presentase ukuran partikel (% debu + pasir sangat halus)
x (100 - % liat)

Tabel 2. 3 Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia

No	Jenis Tanah	Nilai K	Tingkat Erodibilitas
1	Aluvial	0,29	Sedang
2	Andasol	0,28	Sedang
3	Brown Forest	0,28	Sedang

4	Glei	0,29	Sedang
5	Grumosol	0,16	Rendah
6	Latasol	0,26	Sedang
7	Litosol	0,13	Rendah
8	Mediteran	0,16	Rendah
9	Organosol	0,29	Sedang
10	Podsol Merah	0,20	Rendah
11	Regosol	0,31	Agak Tinggi
12	NCB Soil	0,20	Rendah

Sumber : Arsyad,2012:143; Atasoy dan Ozahim, 2013 : 734; Bappenas 2012:12

2.3.4 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai faktor lereng ditentukan oleh panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S). Formulasi untuk mendapatkan nilai faktor lereng dikemukakan oleh Wischmeier (1971) yaitu (Soewarno, 1991; 773) :

- Untuk kemiringan lereng < 20 %

$$LS = \frac{L0}{100} \times (1,38 + 0,965 S + 0,138 S^2).....(2.7)$$

- Untuk kemiringan lereng > 20 %

$$LS = \left(\frac{L}{22,1} \right) \times \left(\frac{s}{9} \right).....(2.8)$$

Untuk :

L = Panjang lereng (m)

S = Kemiringan lereng (%)

Untuk menghindari dari kerusakan dalam menentukan batas awal dan ujung dari petatopografi, maka panjang lereng dapat dicari sebagai panjang lereng *overland flow* (L0).

Seringkali dalam perkiraan erosi menggunakan persamaan USLE komponen panjang dan kemiringan lereng diintegrasikan

menjadi faktor (L_0) dan dihitung dengan rumus: (Asriadi, 2018)

$$LS = \left(\frac{L}{100}\right) + (0,0975 \times S) + (0,0139 \times S^2) \dots \dots \dots (2.9)$$

Tabel 2. 4 Nilai Faktor Kemiringan Lereng (S)

Kelas Lereng	Kemiringan (%)	Rata - rata Nilai S
I	0-3	0,1
II	3.-8	0,5
III	8.-15	1,4
IV	15-25	3,1
V	25-40	6,1
VI	40-65	11,9

Sumber : Dep. Kehutanan, Dirjen RRL, 1998

2.3.5 Faktor Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (C dan P)

Faktor pengelolaan tanaman (C) merupakan perbandingan antara kehilangan tanah dari lahan yang diusahakan untuk suatu tanaman yang ditanam searah dengan lereng lereng terhadap erosi dan lahan yang terus menerus dalam keadaan diolah tetapi ditanami dimana faktor – faktor lainnya sama (Hsich Wensen, 1971) (Anonim E, 1993; III-14). Sedangkan faktor konservasi tanah (P) merupakan perbandingan antara jumlah yang tererosi pada keadaan lahan yang ditanami menurut pola penanaman searah kemiringan lereng. (Asriadi 2018)Adapun nilai faktor CP untuk berbagai penutupan lahan dapat dilihat pada tabel 2.5 .

Tabel 2. 5 Faktor Nilai Penggunaan Lahan

No.	Penutupan Lahan	Nilai CP
1	Belukar Rawa	0,010
2	Rawa	0,01
3	Semak / Belukar	0,3
4	Pertanian Lahan Kering Campur	0,19
5	Pertanian Lahan Kering	0,28
6	Perkebunan	0,5
7	Pemukiman	0,95
8	Hutan Lahan Kering Sekunder	0,1
9	Hutan Mangrove Sekunder	0,1
10	Hutan Rawa Sekunder	0,1
11	Hutan Tanaman	0,05
12	Sawah	0,01
13	Tambak	0,001
14	Tanah Terbuka	0,95
15	Tubuh Air	0,001

Sumber : Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi di DAS Padang oleh Triskin Puji A.S 2015

2.3.6 Identifikasi Lahan Kritis

- Metode analisis

Lahan kritis adalah lahan yang telah mengalami kerusakan sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya yang pada akhirnya membahayakan fungsi hidrologis. Lahan kritis muncul karena adanya pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan daya dukungnya. Salah satu indikator kekritisannya suatu lahan adalah terlihatnya gejala atau tanda-tanda adanya erosi yang ditemukan di permukaan tanah.

Dalam penentuan kekritisannya lahan, parameter dan kriteria yang digunakan dalam analisis adalah :

a. Kondisi Tutupan Vegetasi

Tabel 2. 6 Tutupan Vegetasi

No.	Tutupan Tajuk (%)	Nilai
1	Sangat Baik	5
2	Baik	4
3	Sedang	3
4	Buruk	2
5	Sangat Buruk	1

Sumber : Dokumen Standar Dan Kriteria RHL, 2001

a. Kemiringan Lereng

Tabel 2. 7 Kemiringan Lereng

No.	Klas	Lereng (%)	Nilai
1.	Datar	< 8	5
2.	Landai	8.-5	4
3.	Miring	16-25	3
4.	Terjal	26-40	2
5.	Sangat Terjal	40	1

Sumber : Dokumen Standar Dan Kriteria RHL, 2001

2.3.7 Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Erosi yang terjadi pada lahan digunakan untuk mengetahui tingkat bahaya erosi. Kelastingkat bahaya erosi ini dapat di ketahui dari kriteria yang digunakan oleh Departemen Kehutanan (tabel). Pada tabel 2.7 ini Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dibagi menjadi 5 kelas yaitu: Sangat Ringan (SR), Ringan (R), Sedang (S), Berat (B), dan Sangat Berat (SB)

Tabel 2. 8 Kelas Erosi

Erosi	Kelas Erosi				
	I (SR)	II (R)	III (S)	IV (B)	V (SB)
Solum Tanah	Erosi ton/ha/tahun				
(cm)					
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30-60)	S	B	SB	SB	SB
Sangat Dangkal (<30)	B	SB	SB	SB	SB
<i>Sumber: Departemen Kehutanan (1998)</i>					

Indeks bahaya erosi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut(Hammer, 1981):

$$\text{Indeks bahaya erosi} = \frac{\text{Laju erosi Tanah Potensial}}{\text{TSL}} \dots\dots\dots(2.10)$$

TSL = *Tolerable Soil Loss* (laju erosi yang masih dapat ditoleransi)

Penentuan kategori (nilai) hasil perhitungan indeks bahaya erosi pada masing-masing satuan lahan di suatu DAS dapat ditentukan dengan cara memasukkan pada klasifikasi Indeks Bahaya Erosi yang disajikan pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 9 Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi

No.	Indeks bahaya erosi	Kategori /nilai
1.	< 1,00	Rendah
2.	1,01-4,00	Sedang
3.	4,01- 10,00	Tinggi
4.	> 10,00	Sangat
<i>Sumber : Hammer, 1981</i>		

2.3.8 Pendugaan Lahan Kritis berdasarkan Erosi

Berdasarkan Peraturan Direktur Jendral Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial No: SK.167 / V – SET / 2004 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis, Klasifikasi Lahan Kritis dapat dibagi menjadi lima kelas yaitu :

- Sangat kritis
- Kritis
- Agak kritis
- Potensial kritis
- Tidak kritis

Guna memungkinkan analisa yang lebih luas untuk kepentingan rehabilitasi hutan dan lahan, maka skoring kekritisan lahan dalam SK Dirjen RRL No. 041 / Kpts / V / 1998 perlu diperluas mencakup seluruh fungsi hutan dan di luar kawasan hutan sebagai berikut :

- Total skor untuk kawasan hutan lindung dapat disetarakan untuk kawasan hutan lindung dan kawasan hutan konservasi
- Total skor untuk kawasan budidaya pertanian dapat disetarakan untuk areal penggunaan lain (di luar kawasan hutan)
- Total skor untuk kawasan lindung di luar kawasan hutan dapat disetarakan untuk kawasan hutan produksi (hutan produksi tetap/ produksi yang dapat dikonversi dan hutan produksi terbatas).

Analisa kekritisan lahan dilakukan dengan menjumlahkan nilai pada masing-masing parameter kondisi lahan yang sudah dikalikan dengan nilai bobot masing-masing parameter. Hasil analisis ini nantinya akan dicek ke lapangan, apakah kondisinya sesuai dengan hasil analisa.

Pusat penelitian tanah dan agroklimat (Suwarjo et al., 1994 dalam anonim, 1999 : 40) membedakan tingkat kekritisan lahan di Indonesia dibedakan menjadi 4 kelas, yaitu:

(1) Potensial Kritis (PK)

Tanah yang bebas dari erosi (masih tertutup vegetasi) atau erosi ringan, tetapi apabila kegiatan konservasi tidak dilaksanakan dan tanah dibiarkan terbuka maka erosi dapat terjadi. Tanah umumnya mempunyai solum yang tebal dengan ketebalan horison A > 15 cm. presentase tutupan tanah (vegetasi permanen) cukup rapat (> 75%), lereng dan kesuburan tanah bervariasi.

- a) Tanah masih mempunyai fungsi produksi, fungsi hidrologi cukup baik, tetapi bahaya untuk menjadi kritis sangat besar bila tanah tersebut dibuka atau tidak dikelola dengan usaha konservasi.
- b) Tanah masih tertutup vegetasi, tetapi karena kondisi topografi atau keadaan lereng yang curam (>45%) sangat tertoreh dan kondisi tanah yang mudah longsor, maka bila vegetasi di buka akan menjadi erosi berat.
- c) Tanah karena kondisi topografi dan bahan induknya, bila terbuka atau vegetasinya rusak akan cepat menjadi rusak karena erosi atau longsor, misalnya tanah berbahan induk baruan sediment, bahan vulkanik atau bahankapur lunak.
- d) Tanah yang produktifitasnya masih baik, tetapi penggunaannya tidak sesuai dengan kemampuannya dan

belum dilakukan usaha konservasi, misalnya hutan yang baru dibuka.

(2) Semi Kritis (SK)

Tanah termasuk semi kritis mempunyai ciri-ciri antara lain:

- a) Tanah telah mengalami erosi ringan sampai sedang, antara lain erosi permukaan (*sheet erosion*) dan erosi alur (*rill erosion*), tetapi produktifitasnya rendah karena kesuburannya rendah.
- b) Tanah masih ubur tapi tingkat bahaya erosi tinggi sehingga fungsi hidrologi telah menurun. Bila tidak ada usaha perbaikan maka dalam waktu relative singkat akan menjadi kritis.
- c) Tebal solum sedang (60-90cm) dengan ketebalan horizon A umumnya <15 cm.
- d) Presentase vegetasi permanent 50-75%, vegetasi dominant biasanya alang-alang, rumput, semak belukar, dan hutan jarang.

(3) Kritis (K)

Tanah kritis ciri-cirinya adalah:

- a) Tanah telah mengalami erosi berat, tingkat erosi umumnya adalah erosi parit (*gully erosion*).
- b) Tebal solum sedang – dangkal (<60cm) dengan ketebalan

horizon A <5cm.

- c) Presentase penutupan tanah (vegetasi permanen) 25-50%
- d) Kemiringan lereng 15-30 %
- e) Kesuburan tanah rendah.

(4) Sangat Kritis (SK)

Tanah sangat kritis mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a) Tanah telah mengalami erosi berat, selain erosi parit (*gully erosion*) juga banyak di jumpai tanah longsor (*landslide/slumping*), tanah juga merayap (*land creeping*) degn dinding longsoran sangat terjal.
- b) Solum tanah sangat dangkal (<30 cm) atau tanpa horizon A, dan tinggal bahan induk, sebagian horizon B telah tererosi.
- c) Presentase penutupan (vegetasi permanen) sangat rendah (<25%) bahkan beberapa tempat tertentu gundul/tandus.
- d) Kemiringan lereng umumnya > 45%, tetapi banyak juga tanah kritis yang mempunyai kemiringan lereng < 30 %.

2.4 Pengertian Konservasi

Konservasi adalah pengelolaan biosfer secara aktif yang bertujuan untuk menjaga kelangsungan keanekaragaman spesies maksimum dan pemeliharaan keragaman genetik di dalam suatu spesies, termasuk juga pemeliharaan biosfer seperti fungsi ekosistem dan siklus nutrisi (*Allaby : 2010*). Sedangkan arti konservasi adalah manajemen penggunaan dan

pemanfaatan biosfer oleh umat manusia yang memberikan keuntungan besar serta dapat diperbaharui untuk generasi-generasi di masa mendatang (WCS : 19

2.4.1 Arahan Konservasi

Pada penelitian ini, metode konservasi yang digunakan adalah metode konservasi mekanis dan metode konservasi vegetatif.

2.4.2 Metode Mekanis

Metode mekanis merupakan perlakuan perlakuan fisik tanah terhadap tanahguna menurunkan daya rusak aliran permukaan dan erosi, serta meningkatkan kemampuan penggunaan tanah untuk budidaya tanaman. Metode ini dapat memperlambat laju aliran permukaan, menampung air dan menyalurkan dengan gaya yang tidak merusak, memperbesar kemampuan tanah menyerap air, memperbaiki erosi dan permeabilitas, serta membantu penyediaan air bagi tanaman (Arsyad, 1989). Adapun fungsi dari metode mekanis adalah :

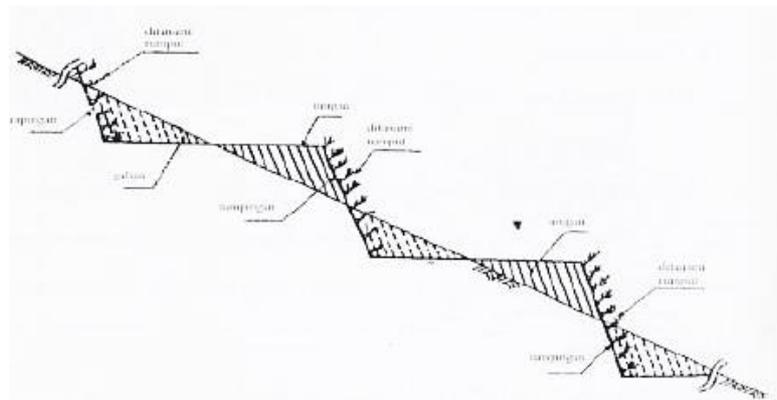
- (1) Untuk mengurangi laju aliran permukaan
- (2) Menampung dan menyalurkan aliran permukaan sehingga kekuatan aliran permukaan tidak rusak
- (3) Meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah dan memperbaiki erosinya.
- (4) Mampu menyediakan air bagi tanaman

Teras bangku atau teras tangga (*bench terrace*) dan teras gulud (*ridgeterrace*) cocok digunakan pada lahan dengan

kemiringan yang agak landai, sedangkan teras individu digunakan pada lahan berkemiringan terjal. Perundangan di Indonesia membatasi lahan layak bangun ialah lahan dengan kemiringan alam kurang dari 40%. Oleh karenanya, maka Tipe teras yang relatif banyak dikembangkan pada lahan pertanian di Indonesia adalah teras bangku dan teras gulud. (*ridge terrace*). (Konservasi sumber Daya Air, Kustamar, 2013). Beberapa Jenis teras antara lain sebagai berikut :

a) Teras Bangku

Teras bangku atau teras tangga dibuat dengan cara memotong panjang lereng dan meratakan tanah di bagian bawahnya, sehingga terjadi suatu deretan bangunan yang berbentuk seperti tangga.



Gambar 2. 4 Skema Teras Bangku

Adapun syarat teras bangku adalah sebagai berikut :

- Sebaiknya dibuat pada lahan dengan derajat kemiringan 10 % - 30%.
- Bidang olah ter as bangku hampir datar, sedikit miring kearah bagian dalam atau keluar (+ 1 %) seperti bangku.
- Antara dua bid ang olah teras dibatasi oleh tampungan/ talud/riser.

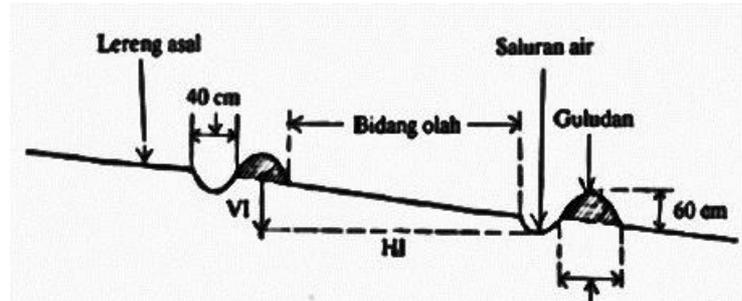
- Dibawah tampingan teras dibuat selokan teras yang miring kearah SPA.
- Beberapa tipe teras bangku antara lain :
 - Datar: bidangol ahnyadatar/membentuk sudut 0 dari bidang horisontal.
 - Miring ke dal am:bidang olahnya miring beberapa derajat ke arah yangberlawanan den gan lereng asli.
 - Miring keluar :bidang olahnya miring beberapa derajat kearah lereng asli.
 - Irigasi: teras datar tanpa saluran teras (biasa digunakan pada sawah tadah hujan).

b) Teras Guludan

Teras guludan merupakan barisan guludan yang dilengkapi dengansaluran di bagian belakang guludnya.

- Teras guludan dapat dibuat pada tanah dengan derajat kemiringan (10% - 50%).
- Jarak antar dua guludan rata-rata 10 m.
- Saluran air pada teras gulud berfungsi sebagai saluran diversi untuk mengur angi aliran permukaan ke arah lereng dibawahnya.
- Penana man tanaman penguat pada teras guludan, jenis tanaman dapat berupa :
 - 1) Jenis kayu-kayuan apabila digunakan steg atau stump ditanaman dengan jarak 50 cm dan jika digunakan benih ataubiji ditabur merata.

- 2) Jenis rumput ditanam dengan jarak 30-50 cm tergantung pada jenis rumput.



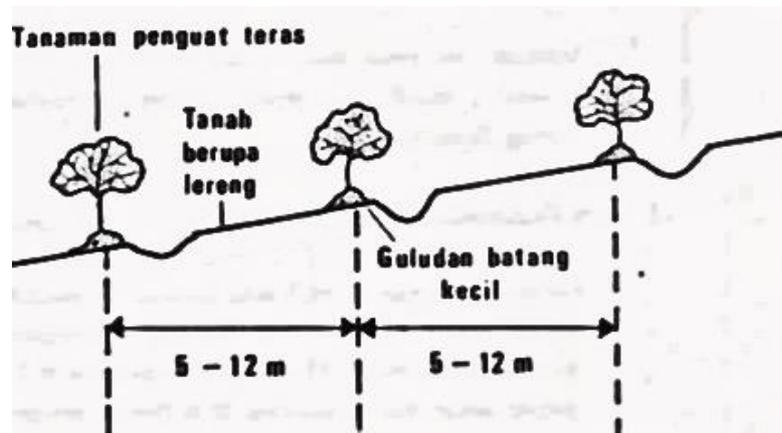
Gambar 2. 5 Penampang Melintang Teras Guludan

c) Teras Kredit

Teras kredit merupakan teras yang terbentuk secara bertahap karena tertahannya partikel-partikel yang tererosi oleh barisan tanaman yang ditanam secara rapat seperti tanaman pagar atau strip rumput yang ditanam searah kontur.

Adapun syarat teras kredit adalah sebagai berikut :

- Teras kredit sesuai dengan tanah landai sampai bergelombang dengan derajat kemiringan 3 - 10%.
- Jarak antar larikan teras 5 - 120%.
- Tanaman pada larikan teras berfungsi untuk menahan butir-butir tanah akibat erosi dari sebelah atas larikan.
- Teras kredit diharapkan menjadi teras bangku secara berangsur-angsur.



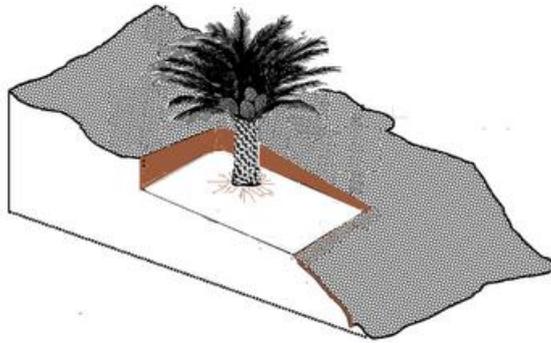
Gambar 2. 6 Penampang Melintang Teras Kredit

d) Teras Individu

Teras individu adalah teras yang dibuat pada setiap tanaman terutama tanaman tahunan. Jenis teras ini biasa diaplikasikan pada areal perkebunan atau tanaman buah-buahan.

Adapun syarat teras individu adalah sebagai berikut :

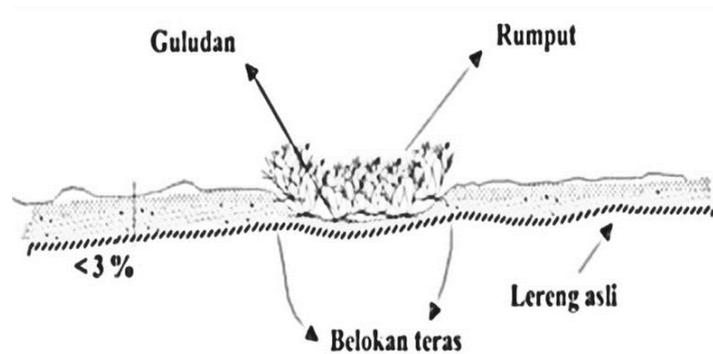
- Teras individu dibuat pada lahan dengan derajat kemiringan antara 30%-50%, yang tidak direncanakan untuk penanaman tanaman perkebunan di daerah yang curah hujannya rendah dan penutup tanahnya tidak baik.
- Teras dibuat untuk individu tanaman (pohon) sebagai tempat pembuatan lubang tanaman.
- Ukuran teras individu disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing jenis tanaman yang dibudidayakan



Gambar 2. 7 Teras Individu

e) Penggunaan Saluran Diversi/Pembelok

Saluran pembagi dibuat pada batas daerah yang tidak dibuat teras, berfungsi untuk menampung air aliran permukaan agar tidak masuk ke area yang telah diteras.



Gambar 2. 8 Saluran Diversi

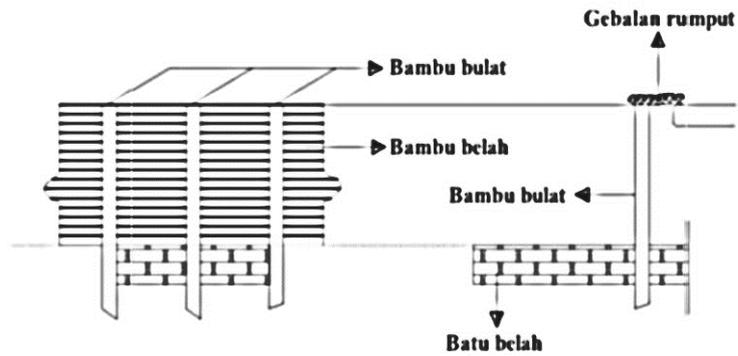
f) Saluran Pembuangan Air (SPA)

1) Saluran SPA tergantung pada curah hujan dan porositas

(kesarangan) tanah. Untuk daerah yang curah hujannya tinggi dan tanah ya kurang porus (sarang), ukuran SPA ; lebar atas 100 cm, lebar bawah 50 cm dan dalam 50 cm.

2) Dua SPA ulang berdekatan dihubungkan oleh selokan teras

yang panjang maksimum 100 cm. Ukuran SPA dapat lebih kecil bila panjang selokan teras yang menuju SPA dari sebelah kiri dan sebelahkanan masing-masing kurang 50 cm.



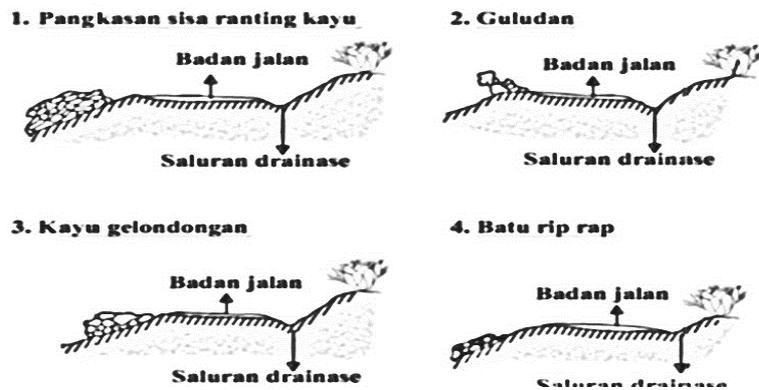
Gambar 2. 9 Saluran Pembuangan Air (SPA)

g) Pengendali sisi jalan

Bangunan yang dibuat sedemikian rupa sehingga air limpasan permukaan yang melewati tepi kiri dan kanan jalan dapat ditampung dan dialirkan secepatnya ketempat yang aman.

Adapun tujuannya adalah:

- Mengalirkan air limpasan secepatnya ketempat yang aman.
- Mengurangi timbulnya erosi tepi jalan.



Gambar 2. 10 Penampang melintang pengendali sisi jalan

h) Pengamanan Tebing Sungai

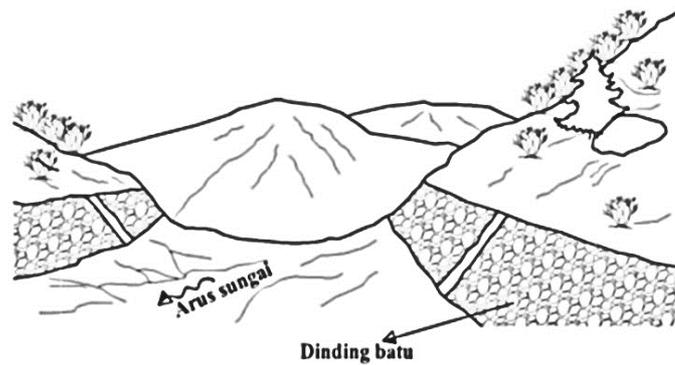
Pengamanan tebing sungai dari ancaman terjadinya gerusan akibat arus airdapat dibuat bangunan pelindung tebing. Bangunan pelindung tebing terdiri dari 2 pilihan, yaitu:

- Plengsengan.

Plengsengan yang berfungsi sebagai pelapis lindung, dan hanya sesuai jika dipasang pada tebing sungai yang lerengnya secara alami sudah stabil akan tetapi terbentuk dari material yang tidak tahan terhadap gerusan. Jika konstruksi ini yang dipilih, maka keutuhannya (plengsengan) sangat tergantung pada stabilitas tebing penyanggannya.

- Dinding Penahan.

Dinding penahan berfungsi menahan gaya dorong dari tanah di belakangnya. Dengan demikian, sungai dengan lereng yang terlalu landai dapat dibentuknya menjadi lebih curam.



Gambar 2. 11 Pengamanan Tebing Sungai dari Batu

Bangunan yang dibuat sedemikain rupa sehingga tebing jalan akan aman dan bahaya longsor maupun banjir dan bangunan dapat diterapkan pada tebing jalan maupun tebing jurang terjal. (Konservasi Sumber Daya Air. Kustamar ; 2013 ; Halaman : 42- 50).

2.4.3 Metode Vegetatif

Teknik konservasi tanah dan air dapat dilakukan secara vegetatif dalam bentuk pengelolaan tanaman. Teknologi ini sering dipadukan dengan tindakan konservasi tanah dan air secara mekanis. Pengelolaan tanah, dan vegetatif dapat menjamin keberlangsungan keberadaan tanah dan air. Karena memiliki sifat;

- (1) Memelihara kestabilan struktur tanah melalui sistem perakaran dengan memperbesar granulasi tanah.
- (2) Penutupan lahan oleh serasah dan tajuk mengurangi evaporasi
- (3) Meningkatkan aktivitas mikroorganismeyang mengakibatkan peningkatan porositas tanah, sehingga memperbesar jumlah

infiltrasi dan mencegah terjadinya erosi

Konservasi tanah vegetatif merupakan suatu tindakan konservasi yang menggunakan tumbuh-tumbuhan (vegetasi), baik tanaman legume yang menjalar, semak perdu atau pohon, maupun rumput-rumputan, dan tumbuh-tumbuhan lainnya. Manfaat lain dari metode konservasi vegetatif adalah dapat mendukung sistem pengelolaan bahan organik (Konservasi Sumber Daya Air, Kustamar, 2013).

2.5 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG)

Era komputerisasi telah membuka wawasan dan paradigma baru dalam proses pengambilan keputusan dan penyebaran informasi. Data yang merepresentasikan “dunia nyata” dapat disimpan dan diproses sedemikian rupa sehingga dapat disajikan dalam bentuk yang lebih sederhana. Pengembangan sistem dibuat secara khusus untuk menangani masalah informasi yang bereferensi geografis yang kita kenal dengan istilah *Sistem Informasi Geografis (SIG)*.

Definisi dari SIG selalu berkembang, bertambah dan bervariasi tetapi pada intinya SIG adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografi. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis obyek dan fenomena dimana lokasi geografi merupakan karakteristik yang penting untuk dianalisis. Dengan demikian, SIG merupakan sistem komputer yang memiliki empat kemampuan dalam menangani data yang bereferensi geografis yaitu : masukan, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data, keluaran (Aronoff 89).

Kemampuan SIG dapat dijabarkan dalam sub sistem SIG sebagai berikut :

(1) Mengelola Data Masukan

Sub sistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber dan bertanggung jawab dalam mengkonversi format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh SIG. Data curah hujan selama 10 tahun. Data ini digunakan untuk mengetahui persebaran hujan di wilayah Kabupaten Malang yang terdiri dari tiga stasiun hujan yaitu Stasiun Pagak, Stasiun Gondanglegi, Stasiun Dampit.

(2) Mengelola Data Keluaran / hasil

Sub sistem ini menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softcopy* maupun bentuk *hardcopy* seperti : tabel, grafik, peta dan lain-lain. Data hasil survei merupakan data yang diperoleh dari persetujuan warga terhadap perubahan tata guna lahan sebagai alternatif tata guna lahan. yaitu tanah lading menjadi kebun dengan alternatif tata guna lahan tanah ladang berubah 10%, 20% dan 30% menjadi kebun.

(3) Mengorganisasi Data

Subsistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, di update dan diedit. Pengolahan data spasial dengan software *ArcGIS 10.8* berupa editing dan pembuatan format grid. Peta disajikan dalam format grid. Ukuran sel grid yang digunakan adalah 75 m x 75 m. Theme kemiringan, arah aliran dan akumulasi aliran juga dirubah dalam format

grid dengan cara yang sama. Peta jenis tanah dan tataguna lahan tidak perlu melalui proses seperti peta topografi karena hanya dibutuhkan format grid nya saja. Fungsi “Hydro” dipilih dari jendela *ArcGIS 10.8*. Semua peta dalam format grid kemudian diekspor dengan ekstensi. Arc agar bisa terbaca oleh software SIMODAS-ITB. Model 3 dimensi atau Digital Elevation Model (DEM) dibuat dengan format Triangular Irregularly Network (TIN)

(4) Menganalisis Data

Subsistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem ini juga melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan. Data yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2010 sampai tahun 2019. Data ini digunakan untuk mengetahui persebaran hujan di wilayah Kabupaten Malang yang terdiri dari tiga stasiun hujan yaitu Stasiun Pagak, Stasiun Gondanglegi, Stasiun Dampit.