**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Tinjauan Pustaka**

Sistem peramalan kenaikan permukaan air dengan *artificial neural network backpropagation* (studi kasus: Desa tanjung jaya, Kelurahan Surabaya, Kecamatan Sungai serut, kota bengkulu) oleh Ili Susanti. Universitas Bengkulu. Dalam penelitian ini bertujuan untuk meramalkan kenaikan permukaan air 1 (satu) jam kedepan. Dalam penelitian ini, sistem yang digunakan adalah sistem Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dengan metode pelatihan dan pengujian Levenberg-Marquardt. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah model sistem komputasi yang berkembang sangat pesat yang dapat bekerja seperti syaraf biologis yaitu dapat mengenali pola -pola yang telah diajarkan. Langkah-langkah penelitian meliputi analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data, perancangan perangkat lunak dan pengujian sistem. Pada penelitian ini, sebagai masukkan JST adalah data koefisien aliran, intensitas curah hujan, dan luas daerah aliran sungai yang diolah menjadi kenaikan permukaan air selama satu hari (24 jam ), sedangkan sebagai keluaran JST adalah kenaikan permukaan air untuk satu jam kemudian. Perangkat lunak ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab R2008b. Dari penelitian yang telah dilakukan, Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode Backpropagation yang sudah dilatih dengan data koefisien aliran, intensitas curah hujan, dan luas daerah aliran sungai, dapat digunakan untuk memprediksi kenaikan permukaan air dengan persentase kesalahan 1.76625 %. Pada pengujian arsitektur dan parameter pelatihan, didapat bahwa sistem akan optimal dengan jumlah neuron 10 dan 5, laju pembelajaran 0.1 dan momentum 0.8.

Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) pada Sub Das Walanae Hilir oleh Suhardiman Universitas Hasanudin, Makassar. Dalam penelitian ini menganalisis daerah rawan banjir pada Sub Das Walanae Hilir, dimana hasilnya berupa peta rawan banjir, peta tersebut diperoleh dengan menggunakan teknik SIG berdasarkan metode analisis, penilaian, pembobotan dan proses tumpang susun (*overlay*) faktor Meteorologi dan karakteristik DAS yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir.

Dari peta kerawanan banjir didapat bahwa Sub DAS Walanae terdiri dari tiga kelas kerawanan banjir yaitu kelas Kurang Rawan Banjir, kelas Rawan Banjir dan kelas Sangat Rawan Banjir. Kecamatan yang memiliki luas kelas kerawanan sangat rawan yang paling tinggi adalah kecamatan Cendrana dengan luas 8.443.33 ha dengan persentase yaitu 5.44% diikuti Kec. Duabaccoe dengan luas 6.984.59 ha dengan persentase yaitu 4.50%, dan Pammana dengan luas 6.566.46 ha dengan persentase yaitu 4.23% dari jumlah total wilayah Sub DAS Walanae Hilir. Daerah ini mempunyai daerah sangat rawan banjir yang luas dipengaruhi oleh faktor yaitu kelas lereng yang umumnya datar (0 - 8%), Ketinggian 08 – 12,5 mdpl tekstur tanah dengan kriteria Sangat halus. Penggunaan Lahan yang didominasi sawah, kebun campuran, tubuh air, tambak, merupakan daerah aliran sungai dan ketinggian lahan yang rendah. (Suhardiman, 2012)

Analisis Kerawanan dan Pengurangan Resiko Banjir di Kalimantan Barat Berbasis Sistem Iinformasi Geografi (SIG) oleh Nata Miharja, Seno D. Panjaitan, Sumiyattinah). Dalam penelitian ini menganalisis daerah rawan banjir dan resiko banjir di Kalimantan. Dalam studi ini Untuk mendapatkan tingkatan kerawanan dan indeks kategori pengurangan risikonya digunakan metode analisis spasial. Data yang digunakan untuk analisis kerawanan terdiri dari tutupan lahan, DEM (Digital Elevation Model), curah hujan, genangan air dan kejadian banjir, sedangkan untuk pengurangan risiko terdiri dari penduduk dan kewilayahan, jumlah bangunan pendidikan dan kesehatan, dan peran pemerintah daerah. Hasil studi menunjukkan bahwa daerah-daerah yang memiliki kerawanan banjir terbagi atas empat tingkat kerawanan, yaitu aman, rendah, sedang / menengah dan tinggi, sedangkan pengurangan risiko kategori tingkatan ancaman, kerentanan dan kapasitas, terbagi atas tingkatan rendah, sedang / menengah dan tinggi.

(Nata Miharja. Seno D. Panjaitan, Sumiyattinah, 2013)

**2.2 Bencana Alam**

Bencana didefinisikan sebagai suatu gangguan serius terhadap keberfungsian suatu masyarakat sehingga menyebabkan kerugian yang meluas pada kehidupan manusia dari segi materi, ekonomi atau lingkungan dan yang melampaui kemampuan masyarakat yang bersangkutan untuk mengatasi dengan menggunakan sumber daya mereka sendiri.

Bencana itu sendiri merupakan hasil kombinasi dari ancama dan kerentanan yang dapat digambarkan sebagai berikut:

Ancaman + Kerentanan = Bencana

Ancaman adalah suatu kejadian atau peristiwa yang berpotensi menimbulkan kerusakan, kehilangan jiwa manusia, kerusakan lingkungan dan menimbulkan dampak suatu kondisi yang ditentukan oleh psikologis dan kerentanan merupakan suatu kondisi yang ditentukan oleh faktor atau proses fisik, social, ekonomi dan sosial budaya dan lingkungan yang mengakibatkan peningkatan kerawanan masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana. (Bakornas PB, 2014).

Dari definisi tersebut, dapat dikatakan bencana alam merupakan konsekuensi dari kombinasi aktivitas alami (suatu peristiwa fisik, seperti letusan gunung, gempa bumi dan tanah longsor) dan aktivitas manusia yang kerugiannya terjadi di bidang keuangan dan structural, bahkan sampai kematian yang disebabkan karena ketidakberdayaan manusia akibat kurang baiknya managemen keadaan darurat. Dengan demikian aktivitas alam yang berbahaya tidak akan menjadi bencana alam di daerah tanpa ketidakberdayaan manusia, misalnya gempa bumi di wilayah tidak berpenghuni karena berhubungan dengan pernyataan “bencana muncul bila ancaman bahaya bertemu dengan ketidak berdayaan”.

**2.2.1 Jenis-Jenis Bencana Alam**

Bencana alam di Indonesia saat ini di bagi menjadi beberapa jenis bencana alam yang telah di atur berdasarkan undang-undang nomor 24 tahun 2007 yang merupakan menjadi dasar dalam pengantar pemahaman kebencanaan di Indonesia. Bencana alam yang berdasarkan sumbernya ini di kategorikan oleh undang-undang dasar menjadi 3 bagian antara lain bencana alam, bencana non alam dan bencana sosial.

1. Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam tanpa adanya campur tangan dari manusia, antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angina topan, dan tanah longsor.
2. Bencana non alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa non alam yang sering di akibatkan oleh tingkah lak atapun kebiasaan manusia itu sendiri, antara lain gagal tekhnologi, gagal modernisasi, dan wabah penyakit.
3. Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa yang disebabkan oleh manusia yang mengakibatkan konflik sosial antar kelompok atau antar kominitas masyarakat dan teror.

Selain dari undang-undang dasar dasar Republik Indonesia yang mengatur tentang pembagian jenis bencana alam, di dunia juga membagi jenis bencana alam yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Bencana alam Meteorologi

Bencana alam meteorologi atau yang sering disebut hidrometeorologi yaitu bencana yang umumnya tidak terjadi pada suatu daerah yang khusus dan selalu berhubugan dengan iklim, dimana meteorologi tersebut merupakan ilmu yang mempelajari tentang atmosfer dalam usaha melakukan peramalan cuaca. Sehingga fenomena meteorologi adalah aktivitas cuaca yang dapat diamati dan di jelaskan oleh ilmu meteorologi, aktivitas tersebut terkait dengan variable yang ada di atmosfer bumi seperti temperatur, tekanan udara dan uap air. Bencana alam bersifat meteorologi antara lain banjir, kekeringan serta badai tropis (siklon, hurikan, taifun).



Gambar 2.1 Bencana Banjir

1. Bencana alam Geologi

Bencana alam geologi didasari dari penerapan ilmu geologi yang merupakan ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang litosfer (Lithos: batu, phere: lapisan), dan gejala-gejalanya. Sehingga bencana alam geologi merupakan bencana yang terjadi di permukaan bumi seperti gempa bumi, tsunami, tanah longsor dan gunung meletus. (Wikipedia, 2015)

**2.3 Banjir**

Banjir adalah aliran/genangan air yang menimbulkan kerugian ekonomi atau bahkan menyebabkan kehilangan jiwa. Aliran/genangan air ini dapat terjadi karena adanya luapan -luapan pada daerah di kanan atau kiri sungai/ saluran akibat alur sungai yang tidak memiliki kapasitas yang cukup bagi debit aliran yang lewat (Setyawan, 2008).

Cara penanggulangan banjir terbagi menjadi 2 (dua) yaitu upaya struktur dan non struktur. Upaya struktur antara lain pembangunan waduk, *floodway* , perbaikkan alur sungai, retardasi (waduk alam). Dalam upaya pengendalian banjir, selain melalui upaya struktur dengan membangun bangunan prasarana pengairan pengendalian banjir, perlu juga dikembangkan upaya non struktur antara *lain Flood Planing Zooning dan Flood Forecasting Warning System* (FFWS) atau sistem prediksi dan peringatan dini banjir yang meliputi kegiatan prediksi (memperkirakan) besaran dan kapan akan terjadi banjir sekaligus pemberitahuan kepada masyarakat yang kemungkinan akan terjadinya banjir (Windarto, 2008).

Ada dua pengertian mengenai banjir, pengertian pertama banjir adalah aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah disisi sungai. Aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan melimpas muka tanah yang biasanya tidak dilewati aliran air; pengertian kedua adalah gelombang banjir berjalan kearah hilir sistem sungai yang berinteraksi dengan kenaikan muka air di muara akibat badai.

Secara umum, terdapat tiga istilah pengertian banjir yang dikaitkan dengan sungai di masyarakat yaitu:Suatu sungai dikatakan banjir apabila terjadi peningkatan debit aliran yang relatif besar, pengertian ini biasa digunakan oleh para petugas hidrologi dan masyarakat umum /awam setempat.

* Suatu sungai dikatakan banjir apabila aliran air melimpas diluar alur sungai, pengertian ini biasa dipakai oleh instansi pengelola sungai /pengendali banjir.
* Suatu sungai dikatakan banjir apabila aliran air melimpas ke luar alur sungai dan menimbulkan gangguan terhadap manusia. Pengertian ini biasa digunakan oleh media dalam kaitannya dengan informasi bencana banjir.

**2.3.1 jenis-jenis Banjir**

* + 1. Banjir karena sungainya meluap

 Banjir jenis ini biasanya terjadi akibat dari sungai tidak mampu lagi menampung aliran air yang ada disungai itu akibat debit airnya sudah melebihi kapasitas. Luapan air ini bisa juga terjadi akibat kiriman, bila curah hujan tinggi di hulu sungai dan sistem DAS dari sungai itu rusak maka luapan airnya akan terjadi di hilir sungai.

* + 1. Banjir lokal

Banjir ini merupakan banjir yang terjadi akibat air yang berlebihan ditempat itu dan meluap juga ditempat itu. Pada saat curah hujan tinggi dilokasi setempat dimana kondisi tanah dilokasi itu sulit dalam melakukan penyerapan air (bisa karena padat, bisa juga karena kondisinya lembab, dan bisa juga karena daerah resapan airnya tinggal sedikit) maka kemungkinan terjadinya banjir lokal akan sangat tinggi sekali.

* + 1. Banjir Pasang Surut Air Laut (Rob)

Banjir rob merupakan genangan air pada bagian daratan pantai yang terjadi pada saat air laut pasang. Banjir rob menggenangi bagian daratan pantai atau tempat yang lebih rendah dari muka air laut pasang tinggi *( high water level*).

* 1. **Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebab banjir**

**2.4.1 Curah hujan**

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama

periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap (evaporasi ), tidak meresap ( infiltrasi ) dan tidak mengalir (Ili Susanti, 2014)

1. Intensitas curah hujan dan waktu konsentrasi

Intensitas curah hujan dihitung berdasarkan besarnya curah hujan rencana menggunakan persamaan Mononobe. Rumus ini sudah lazim digunakan di Indonesia

I = $\frac{R24}{24}$($24/tc)^{2/3}$ ……………………………………(2.1)

Keterangan: I : intensitas curah hujan (mm/jam)

 tc : waktu konsentrasi (jam)

 R24 : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

1. Time of Consentration (Tc)

Menurut Suripin (2004), waktu konsentrasi (Tc) adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (outlet) setelah tanah menjadi jenuh. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap outlet.Sedangkan, waktu konsentrasi dihitung dengan rumus Kirpich. (Bambang Triatmodjo. 1998)

Tc suatu daerah aliran sungai adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di titik terjauh dari suatu daerah aliran untuk mencapai titik tinjau (outlet). Salah satu metode yang secara luas diterima untuk menghitung Tc adalah yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Yudha, 2014 :

 Tc= $\frac{0,06628 L^{0,77}}{S^{0,385}}$ …………………………………………..(2.2)

Dengan:

Tc : waktu konsentrasi (menit)

L : panjang sungai (m)

S : kemiringan sungai (º)

* + 1. **Kemiringan Lahan**

Kelerengan atau kemiringan lahan merupakan perbandingan persentase antara jarak vertikal (tinggi lahan) dengan jarak horizontal (panjang lahan datar). Kelerengan merupakan parameter yang berpengaruh secara tidak langsung terhadap besar kecilnya kejadian banjir. Kemiringan lahan semakin tinggi maka air yang diteruskan semakin tinggi. Air yang berada pada lahan tersebut akan diteruskan ke tempat yang lebih rendah semakin cepat jika dibandingkan dengan lahan yang kemiringannya rendah (landai), sehingga kemungkinan terjadi penggenangan atau banjir pada daerah yang derajat kemiringan lahannya tinggi semakin kecil.

Tabel 2.1 Pemberian Skor Parameter Kemiringan lahan (Nata Miharja, 2013)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Klasifikasi (B) | Nilai (S) |
| 12345 | < 8 % (datar)8,01 – 15 % (landai)15,01 – 25 % (agak curam)25,01 – 40 % (curam)˃ 40 % (sangat curam) | 54321 |

Kemiringan lahan semakin tinggi maka air yang diteruskan semakin tinggi. Air yang berada pada lahan tersebut akan diteruskan ke tempat yang lebih rendah semakin cepat jika dibandingkan dengan lahan yang kemiringannya rendah (landai). Dengan demikian, maka semakin besar derajat kemiringan lahan maka skor untuk kerawanan banjir semakin kecil.

* + 1. **Ketinggian Tempat**

Ketinggian (Elevasi) Lahan adalah ukuran ketinggian lokasi di atas permukaan laut. Lahan pegunungan berdasarkan elevasi dibedakan atas dataran medium (350-700 m dpl) dan dataran tinggi (>700 m dpl). Elevasi berhubungan erat dengan jenis komoditas yang sesuai untuk mempertahankan kelestarian lingkungan.(Suhardiman,2012)

Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir. Berdasarkan sifat air yang mengalir mengikuti gaya gravitasi yaitu mengalir dari daerah tinggi ke daerah rendah. Dimana daerah yang mempunyai ketinggian yang lebih tinggi lebih berpotensi kecil untuk terjadi banjir. Sedangkan daerah dengan ketinggian rendah lebih berpotensi besar untuk terjadinya banjir. Pemberian skor pada kelas ketinggian yang lebih tinggi lebih kecil daripada skor untuk kelas ketinggian yang rendah. Pada Tabel 2.2 disusun pemberian skor untuk parameter-parameter Ketinggian.

Tabel 2.2 Pemberian Skor Parameter Ketinggian (Suhardiman,2012)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Klasifikasi (B) | Nilai(S) |
| 12345 | 0 – 12,5 m12,6 – 25 m26 – 50 m51 -75 m76 – 100 m | 54321 |

* + 1. **Infiltrasi Tanah**

Infiltrasi tanah adalah perjalanan air kedalam tanah sebagai akibat gaya kapiler dan grafitasi. Proses terjadinya infiltrasi melibatkan beberapa proses yang saling berhubungan yaitu proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah. Tekstur tanah turut menentukan tata air dalam tanah berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah serta merupakan satu-satunya sifat fisik tanah yang tetap dan tidak mudah diubah oleh tangan manusia jika tidak ditambah dari tempat lain. Besarnya laju infiltrasi tanah pada lahan tak bervegetasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas hujan, sedangkan pada kawasan lahan bervegetasi, besarnya laju infiltrasi tidak akan pernah melebihi laju intensitas curah hujan efektif (Asdak, 2004).

Tabel 2.3 Pemberian skor parameter Infiltrasi Tanah

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Klasifikasi | Nilai |
|  | HalusAgak halusSedangAgak KasarKasar | 54321 |

Sumber : Gunawan (2014)

* 1. **.5 Koefisien Limpasan**

Koefisien ditetapkan sebagai rasio kecepatan maksimum pada aliran air dari daerah tangkapan hujan. Koefsien ini merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Nilai C tergantung pada beberapa karakteristik dari daerah tangkapan hujan, yang termasuk didalamnya:

1. Relief atau kelandaian daerah tangkapan
2. Karakteristik daerah, seperti perlindungan vegetasi, tipe tanah dan daerah kedap air
3. Storage atau karakteristik *detention* lainnya.

Besarnya aliran permukaan dapat menjadi kecil, terlebih bila curah hujan tidak melebihi kapasitas infiltrasi. Selama hujan yang terjadi adalah kecil atau sedang, aliran permukaan hanya terjadi di daerah yang jenuh di dalam suatu DAS atau langsung jatuh di atas permukaan air. Apabila curah hujan yang jatuh di atas permukaan air. Apabila curah hujan yang jatuh jumlahnya lebih besar dari jumlah yang terjadi kecil, maka hampir semua curah hujan yang jatuh terintersepsi oleh vegetasi yang lebat.

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menampilkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan itu merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0-1. Nilai C =0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan bahwa air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

koefisien aliran permukaan yang berbeda dapat dirumuskan sebagai berikut:

C das = ( C1 A1 + C2 A2+ C3 A3 + Cn An ) / A1+ A2+ A3+ An)……..(4.5)

Dimana: C 1... C n= koefisien aliran permukaan (ke-1 sampai dengan n)

 A= luas lahan

* 1. ***Land Use* (Penggunaan Lahan)**

Penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada suatu objek dan merupakan hasil akhir dari setiap bentuk campur tangan kejadian (intervensi) manusia terhadap lahan di permukaan bumi yang bersifat dinamis dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hidup baik material maupun spiritual.

Perubahan tata guna lahan merupakan penyebab utama banjir bila di bandingkan dengan faktor lain. Perlu pula diketahui bahwa perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi dominan kepada aliran permukaan (*run off*). Hujan yang jatuh ke tanah, airnya akan menjadi aliran permukaan di atas tanah dan sebagian meresap ke dalam tanah tergantung kondisi tanahnya.

 Faktor penutupan lahan vegetasi cukup signifikan dalam pengurangan atau

Peningkatan aliran permukaan. Hutan yang lebat mempunyai tingkat penutup lahan yang tinggi, sehingga apabila hujan turun ke wilayah hujan tersebut, faktor penutupan lahan ini memperlambat kecepatan aliran permukaan, bahkan bisa terjadi kecepatannya mendekati nol. Ketika suatu kawasan hutan menjadi pemukiman, maka penutupan lahan kawasan ini akan berubah menjadi penutupan lahan yang tidak mempunyai resistensi untuk menahan aliran. Yang terjadi ketika hujan turun, kecepatan air akan meningkat sangat tajam di atas lahan ini. Namun resapan air yang masuk ke dalam tanah relatif tetap kecuali lahannya berubah. Kuantitas totalnya berubah karena tergantung dari luasan penutup lahan.

Perubahan tata guna lahan pada kawasan konservasi menjadi kawasan

terbangun dapat menimbulkan banjir, tanah longsor dan kekeringan. Banjir adalah aliran/genangan air yang menimbulkan kerugian ekonomi atau bahkan menyebabkan kehilangan jiwa (Asdak, 2010).

* 1. **Metode Rasional**

Metode rasional adalah metode lama yang masih digunakan hingga sekarang untuk memperkirakan debit puncak (*peak discharge*). Ide yang melatarbelakangi metode rasional adalah jika curah hujan dengan intensitas (I)

terjadi secara terus menerus, maka laju limpasan langsung akan bertambah sampai mencapai waktu konsentrasi tc. Waktu konsentrasi tc tercapai ketika seluruh bagian DAS telah memberikan kontribusi aliran di outlet. Laju masukan pada system adalah hasil curah hujan dengan intensitas I pada DAS dengan luas A. nilai perbandingan antara laju masukan dengan laju debit puncak (Qp) yang terjadi pada saat tc dinyatakan sebagai *run off coefficient* (C) dengan nilai 0≤C≤1 (Yudha.2014).

Rumus ini adalah rumus yang tertua dan yang terkenal diantara rumus-rumus empiris lainnya. Rumus ini banyak digunakan untuk sungai-sungai biasa dengan daerah pengaliran yang luas dan juga untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang relatif sempit. Bentuk umum rumus rasional ini adalah sebagai berikut :

Q = 0,2778.C.I.A …………………………………….......... (2.3)

Dimana :

Q = Debit banjir maksimum (m³/d)

C = Koefisien pengaliran / limpasan

I = Intensitas curah hujan rata-rata (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Arti rumus ini dapat segera diketahui yakni jika terjadi curah hujan selama 1jam dengan intensitas 1 mm/jam dalam daerah seluas 1 km², maka debit banjir sebesar 0,2778 m²/detik dan melimpas selama1jam (Sosrodarsono dan Takeda, 2003) dalam yudha.2014

* 1. **Pengukuran Debit**

Debit aliran diperoleh dengan mengalikan luas tampang aliran dan kecepatan aliran. Kedua parameter tersebut dapat diukur pada suatu tampang lintang (stasiun) di sungai. Luas tampang aliran dipeeroleh dengan mengukur elevasi permukaan air dan dasar sungai. Kecepatan aliran diukur dengan menggunakan alat ukur kecepatan seperti current meter, pelampung, atau peralatan lain. Apabila dasar dan tebing sungai tidak berubah (tidak mengalami erosi dan sedimentasi) pengukuran elevasi dasar sungai dilakukan hanya satu kali.

Pengukuran debit sungai dilakukan dengan membagi lebar sungai menjadi sejumlah pias, dengan lebar dapat dibuat sama atau berbeda. Kecepatan aliran dan kedalaman air diukur dimasing-masing pias, yaitu pada vertikal yang mewakili pias tersebut. Debit disetiap pias dihitung dengan mengalikan kecepatan rerata dan luas tampang alirannya. Debit sungai adalah jumlah debit diseluruh pias. Ada beberapa metode untuk menghitung debit diantaranya adalah metode tampang tengah, tampang rerata, integrasi kedalaman kecepatan dan kontur kecepatan.

* + - 1. Metode tampang tengah

Dalam metode ini dianggap bahwa kecepatan disetiap vertikal merupakan kecepatan rerata dari pias selebar setengah jarak antar pias disebelah kiri dan kanannya, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.2. Debit disuatu pias adalah perkalian antara kecepatan rerata vertical dan lebar tersebut. Di kedua tebing kiri dan kanan sungai kecepatan dianggap nol.



Gambar 2.2 Metode tampang tengah

Luas tampang pias 3:

$A3=\frac{W2+W3}{2}d3$ ………………………......………...(2.4)

Debit melalui pias 3:

$q3=V3\frac{W2+W3}{2}d3$ ………………………………….(2.5)

Secara umum, debit melalui pias x:

$qx=\frac{Wx-1+Wx}{2}dx$ …………………………………..(2.6)

* 1. Metode tampang rerata

Dalam metode ini dianggap bahwa kecepatan disetiap vertical merupakan kecepatan rerata dari pias selebar setengah jarak antar pias disebelah kiri dan kanannya seperti ditunjukkan pada gambar 2.3. Debit disuatu pias adalah perkalian antara kecepatan rerata vertical dan lebar tersebut. Dikedua tebing kiri dan kanan sungai kecepatan dianggap nol.

Luas tampang pias 3-4

$A3-4=\frac{d3+d4}{2}w3$ ………………………………… (2.7)

Debit melalui pias 3-4

$q3-4=(\frac{v3+v4}{2})( \frac{d3+d4}{2}W3$ ………………………..(2.8)

Secara umum debit melalui pias x dan x+1

$qx-x+1=(\frac{vx+vx+1}{2})( \frac{dx+dx+1}{2}Wx$…………………(2.9)



Gambar 2.3 Metode tampang rerata

1. Metode integrasi kedalaman-kecepatan

Dalam metode ini dihitung debit tiap satuan lebar,yaitu perkalian antara kecepatan rerata dan kedalaman pada vertical , V.d. Nilai V.d tersebut digambar pada garis muka air .Selanjutnya dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik V.d .Debit sungai diperoleh dengan menghitung luasan yang dibatasai oleh kurva tersebut dengan garis muka air.

1. Metode kontur kecepatan

Berdasarkan datakecepatan terukur disejumlah titik diseluruh vertikal, dibuat kurva yang mempunyai kecepatan sama (garis kontur kecepatan), mulai dari garis garis kecepatan maksimum,diukur luasan yang dibatasi oleh garis kontur tersebut dan muka air dengan mengguakan planimeter. Selanjutnya dibuat diagram dengan ordinat (sumbu Y) adalah kecepatan dan absis (sumbu x) adalah luasan yang dibatasi oleh kurva kecepatan dan permukaan air. Luasan yang dibatasi oleh kurva kecepatan dan sumbu x serta sumbu Y yang diukur dengan planimeter, dan hasilnya adalah debit yang melalui tampang lintang tersebut.

**(**Bambng Triatmodjo.2010**)**

**2.7.1 Luas penampang sungai (A)**

Merupakan penjumlahan seluruh bagian penampang sungai yang diperoleh dari hasil perkalian antara interval jarak horisontal dengan kedalaman air atau dapat dituliskan sebagai berikut:

A(m²)= $L\_{1}D\_{1+}L\_{2}D\_{2+}$ ………..$L\_{n}D\_{n}$ …………………. (2.10)

dimana:

L=lebar penampang horisontal (m);

D=Kedalaman (m)

**2.7.2 Pengukuran Kecepatan aliran sungai**

Pengukuran kecepatan air dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan pelampung atau secara tidak langsung yang biasanya menggunakan current meter.

* 1. Pelampung

Pengukuran kecepatan arus secara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan pelampung, yaitu dengan mengukur selang waktu yang diperlukan oleh pelampung untuk menempuh suatu jarak tertentu. Biasanya cara ini dilakukan pada waktu banjir dimana pemakaian current meter sulit dilakukan atau pada survey pendahuluan.

 Seperti ditunjukan dalam gambar 2.4 pengamat berada pada tampang B dan C yang berjarak L. Panjang L adalah sekitar empat sampai lima kali lebar sungai. Beberapa pelampung disebar secara merata pada lebar sungai, dan posisinya terhadap tebing sungai dicata. Pelampung- pelampung tersebut dimasukkan kedalam sungai pada tampang A yang berada disebelah hulu tampang B, sehingga pada saat pelampung sampai di tampang B kecepatannya sudah sesuai dengan kecepatan arus. Untuk memasukkan pelampung ke sungai di tampang A bisa dilakukan dari jembatan, kabel yang melintang sungai atau perahu jika sungai besar. Dengan mengetahui panjang L dan waktu yang diperlukan (t) oleh pelampung untuk melintas dari tampang B sampai C, dapat dihitung kecepatan aliran dengan persamaan berikut:

V= $\frac{L}{t}$ …………………………………………….(2.11)

Ket:

V= kecepatan

 L= panjang lintasan

t= waktu



Gambar 2.4 Pengukuran kecepatan dengan pelampung

* 1. **Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)**

 Jaringan Syaraf Tiruan adalah sistem pemroses informasi dengan karakteristik dan performa yang mendekati syaraf biologis. Jaringan Syaraf Tiruan adalah

generalisasi dari pemodelan syaraf biologi dengan asumsi-asumsi antara lain:

1. Pemrosesan informasi terletak pada sejumlah komponen yang dinamakan neuron
2. Sinyal merambat antara satu neuron ke neuron -neuron lainnya melalui jalur penghubung
3. Tiap jalur penghubung memiliki bobot dan mengalikan besar nilai sinyal yang masuk (jenis neuron tertentu)
4. Tiap neuron menerapkan fungsi aktivasi (biasanya nonlininear) yang menjumlahkan semua masukkan untuk menentukan sinyal keluarannya

Selain memproses, jaringan syaraf tiruan juga memiliki kemampuan menyimpan informasi seperti definisi oleh (Widodo, 2013) bahwa jaringan syaraf adalah pemroses sederhana yang berjumlah banyak dan bekerja secara paralel dan terdistribusi. Jaringan ini memiliki kemampuan menyimpan pengetahuan dan memberikan saat dibutuhkan yang terdiri dari pengetahuan yang dimiliki sebagai hasil proses pembelajaran dan koneksi antar neuron yang berfungsi menyimpan pengetahuan itu. Oleh karena itu jaringan syaraf tiruan bermaksud membuat sistem yang menyerupai syaraf tiruan biologis.

Sedangkan menurut Trisnawan (2013) DARPA Neural Network Study (1988, AFCEA International Press) jaringan syaraf tiruan adalah sebuah jaringan syaraf yang dibentuk dari sejumlah elemen pemroses sederhana yang bekerja secara paralel dimana fungsinya ditentukan oleh stuktur jaringan,kekuatan hubungan, dan pegolahan dilakukan pada komputasi elemen atau nodes. jaringan syaraf tiruan memiliki kegunaan antara lain untuk perkiraan Fungsi, atau Analisis Regresi, termasuk prediksi time series dan modeling, klasifikasi, termasuk pengenalan pola dan pengenalan urutan, serta pengambil keputusan dalam pengurutan, pengolahan data, termasuk penyaringan, pengelompokan, dan kompresi, dan program dari robot yang bergerak secara mandiri tanpa di gerakan oleh manusia.

Pemrosesan informasi pada jari ngan syaraf tiruan ini terjadi pada elemen sederhana (neuron ), kemudian sinyal dikirimkan diantara neuron -neuron melalui penghubung ( dendrit dan akson) tetapi penghubung antar elemen memiliki bobot yang akan menambah atau mengurangi sinyal, selanjutnya untuk menentukan output, setiap neuron memiliki fungsi aktivasi (biasanya non linier) yang dikenakan pada semua input dan besar output akan dibandingkan dengan threshold

Suatu model Jaringan Syaraf Tiruan (Irawan, 2012) ditentukan oleh:

1. Pola antar neuron (arsitektur jaringan)
2. Metode untuk menentukan dan mengubah bobot (disebut metode learning)
3. Fungsi aktivasi
4. Jaringan Syaraf Tiruan disebut juga*: brain metaphor, computational neuronscience , parallel distributed processing*.

 input layer Hidden layer Autput layer



Gambar 2.5 Struktur jaringan syaraf tiruan (Novikaginanto, 2012)

Berdasarkan Gambar 2.5 adalah backpropagation dengan 3 (tiga) layer, yakni input layer, hidden layer, dan output layer. Input layer terdiri dari x1, x2,x3 yang merupakan data yang diinputkan, angka 1 (satu) merupakan bias pada input layer. Pada hidden layer terdapat z1,z2 yang merupakan penghubung antara sinyal input ke sinyal output . Angka 1 (satu) merupakan bias pada hidden layer. Pada output layer terdapat y1 yang merupakan output dari backpropagation itu sendiri.

**2.8.1 Arsitektur Jaringan**

Jaringan Syaraf Tiruan memiliki beberapa arsitektur jaringan yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi, antara lain: (Kusumadewi, 2004)

1. Jaringan layar tunggal Jaringan dengan lapisan tunggal terdiri dari 1 (satu) layer input dan 1 (satu) layer output . Setiap neuron yang terdapat di layer input selalu terhubung dengan setiap neuron yang terdapat pada layer output. Jaringan ini hanya m enerima input kemudian secara langsung mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini yaitu: ADALINE, Hopfield, Perceptron.
2. Jaringan layar jamak Jaringan dengan layar jamak memiliki ciri khas tertentu yakni memiliki 3 (tiga) jenis layer yaitu layer input, layer output dan layer tersembunyi. Jaringan dengan banyak layer ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibanding dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini yaitu: MADALINE,Back propagation , Necognitron.
3. Jaringan layar kompetitif Pada jaringan ini, sekumpulan neuron bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. Contoh algoritma yang menggunakan metode ini adalah Learning Vector Quantization (LVQ).

**2.8.2 Metode Pembelajaran**

Cara berlangsungnya pembelajaran atau pelatihan jaringan syaraf tiruan dikelompokkan menjadi 3 (tiga) yaitu: (Jek Siang, 2005)

1. Supervised learning (pembelajaran terawasi) Pada metode ini, setiap pola yang diberikan kedalam jaringan syaraf tiruan telah diketahui output nya. Selisih antara pola output yang dihasilkan dengan pola output yang dikehendaki yang disebut target error. Target error digunakan untuk mengoreksi bobot jaringan syaraf tiruan sehingga jaringan syaraf tiruan mampu menghasilkan output yang sedekat mungkin dengan pola yang telah diketahui oleh jaringan syaraf tiruan. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yakni : Hebbian, Perceptron, ADALINE, Boltzman , Holpfield , Back propagation, LVQ.
2. Unsupervised learning (pembelajaran tak terawasi) Pada metode ini, tidak memerlukan target output . Pada metode ini juga tidak dapat ditentukan hasil seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai bobot disusun dalam suatu range tertentu tergantung pada nilai input yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini ad alah menglompokkan unit -unit yang hampir sama dalam area tertentu. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini yakni : Kohonen
3. Hybrid learning (pembelajaran hibrida) Merupakan kombinasi dari metode pembelajaran supervised learning dan unsupervised learning. Sebagian dari bobotnya ditentukan melalui pembelajaran terawasi dan sebagian lainnya melalui pembelajaran tak terawasi. Contoh algoritma jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode ini adalah RBF.

**2.8.3 Fungsi Aktivasi**

Dalam jaringan syaraf tiruan, fungsi aktivasi digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron. Argumen fungsi aktivasi adalah net masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya) (Jek Siang, 2005)

Pada setiap layer pada jaringan syaraf tiruan terdapat fungsi aktivasi. fungsi ini adalah fungsi umum yang akan digunakan untuk membawa input menuju output yang diinginkan. Fungsi aktivasi inilah yang akan menentukan besarnya bobot. Penggunaan fungsi aktivasi tergantung pada kebutuhan output.

**2.8.4 Algoritma *Backpropagation***



Gambar 2.6 Arsitektur Backpropagation (Novikaginanto, 2012)

Algoritma Backpropagation meliputi 3 (tiga) fase.Fase pertama adalah fase maju. Pola masukkan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit dilayar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi.

1. Fase I : Propagasi maju

Selama propagasi maju, sinyal masukan (xi) dipropagasikan ke layar tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit tersembunyi (zj) tersebut selanjutnya di propagasikan maju lagi ke layar tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaran jaringan (yk).

Berikutnya, keluaran jaringan (y k) dibandingkan dengan target yang harus dicapai (tk). Selisih antara tk – yk adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentuka, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasi untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

1. Fase II : Propagasi mundur

Berdasarkan kesalahan tk – yk, dihitung faktor $δ$k (k = 1,2, ... , m) yang dipakai untuk mendistribusikan kesalahan di unit yk ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan yk. $δ$k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang berhubungan langsung dengan unit keluaran.

Dengan cara yang sama, dihitung faktor $δ$jdi setiap unit di layar tersembunyi sebagai dasar perubahan bobot semua garis yang berasal dari unit tersembunyi di layar di bawahnya. Demikian seterusnya hingga semua faktor $δ$ di unit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.

1. Fase III : Perubahan bobot

Setelah semua faktor $δ$ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamaan.perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor $δ$ neuron di layar atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot garis yang menuju ke layar keluaran didasarkan atas $δ$k yang ada di unit keluaran.

 Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisipenghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang d itetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan

Dalam backpropagation fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu : kontinu, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun. salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner yang memiliki range (0, 1).

Fungsi Sigmoid :  …………………………………(2.12)

Fungsi ini sering digunakan karena nilai fungsinya yang sangat mudah untuk dideferensiasikan.

f′ ( x) = f(x) ( 1 − f ( x ) ) ………………………………………….(2.13)

Berikut adalah penjelasan Algoritma Backpropagation (Fauset, 1993:294;(Widodo, 2013)):

Langkah 0. Inisialisasi bobot dari Xi ke Z j dan dari Z j ke Y k dengan nilai acak serendah mungkin, set harga error minimal .

Langkah 1. Selama kondisi stop belum dilalui maka lakukan langkah 2 -8.

Langkah 2. Untuk setiap pasang data masukan lakukan langkah 3-8.

Umpan maju (feedforward ).

Langkah3. Setiap unit sel masukan (Xi, i=1,...,n) menerima sinyal xi dan menyebarkan sinyal ke seluruh lapis tersembunyi (hidden layer).

Langkah 4. Setiap unit sel tersembunyi ( Z j, j=1,...,p) menjumlahkan setiap sinyal masukan yang telah diberi bobot (vij) dan bias (voj),

Z\_in…………………………………………………………........(2.14)

sinyal keluaran dihitung dengan fungsi aktivasi,

…………………………………………….....(2.15)

dan mengirimkan hasilnya ke setiap unit sel di lapisan diatasnya (unit- unit keluaran).

Langkah 5. Perambatan balik nilai kesalahan ( backpropagation of error).

Langkah 6. Setiap unit sel keluaran ( Y k , k=1,...,m ) menerima pola target ( tk) yang sesuai dengan pola masukan pelatihan, hitung faktor δ,

δk = (tk – yk) f’(y \_ inj)………………………………….......(2.16)

hitung koreksi bobot dengan,

……………………………………………....(2.17)

hitung koreksi bias dengan,

 ……………………………………………….…(2.18)

elanjutnya nilai δk digunakan di lapisan dibawah.

Langkah 7. Setiap unit sel tersembunyi (Z j, j=1,...,k ) menjumlahkan nilai δ yang telah diberi bobot dari lapisan diatasnya,

……………………………………………(2.19)

Selanjutnya hitung nilai δj dengan,

……………………………………….(2.20)

hitung koreksi bobot dengan,

…………………………………………………(2.21)

hitung koreksi bias dengan,

…………………………………………………..(2.22)

Menghitung bobot baru.

Langkah 8. Setiap unit sel keluaran (Y k , k=1,...,m) memperbaharui bobotbias dan lapisan dengan,

…………………………..…(2.23)

Setiap unit sel tersembunyi (Z j, j=1,...,p) memperbaharui bobot bias dan lapisan dengan,

………………………….…....(2.24)

Langkah 9. Test kondisi stop. Kondisi stop yang digunakan adalah nilai Mean Squre Error < toleransi, maksimum iterasi 1500, nilai toleransi 0,001.

Dimana:

x = masukkan (input)

j = 1 s/d n (n = 10) v

ij = bobot pada lapisan tersembunyi

w ij = bobot pada lapisan keluaran

n = jumlah unit pengolah pada lapisan tersembunyi

b = bias pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran

k = jumlah unit pengolah pada lapisan keluaran

Y = output

k = error pada lapisan keluaran

J = error pada lapisan tersembunyi v

Oj = bias pada lapisan tersembunyi

w oj= bias pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran

Setelah proses pelatihan, backpropagation dapat digunakan untuk proses pengujian jaringan. Pada proses pengujian, tahap yang dilakukan hanya sampai tahap maju saja, tidak ada tahap mundur apalagi tahap modifikasi bobot. Seluruh bobot input diambil dari nilai bobot terakhir yang diperoleh dari proses pelatihan. Pada tahap pengujian ini, jaringan diharapkan dapat mengenali pola berdasarkan data baru yang diberikan ( generalisasi ).

**2.8.5 Normalisasi dan Denormalisasi Data**

Sebelum data diproses sebagai masukan sistem maka sebelumnya data juga perlu dilakukan normalisasi dengan menyesuaikan range output fungsi aktivasi. Misalkan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid maka data masukan harus dirubah dengan range[0...1], namun karena merupakan fungsi kontinu maka nilai dan 0 dan 1 tidak pernah tercapai. Maka dari itu range dirubah menjadi [0.1...0.9], sehigga dapat dirumuskan pada persamaan berikut.

Nilai baru =……………………….(2.25)

Sedangkan untuk mengembalikan data yang telah dinormalisasi ke nilai awal dapat dilakukan denormalisasi seperti pada persamaan berikut:

……………………………….……….(2.26)

* 1. **Kriteria Tingkat Kesalahan**

Menurut Arun Goel (2011), ada 2 kriteria tingkat kesalahan yaitu nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Correlation Coefficient* (R). Root Mean Square Error (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Sedangkan *Correlation Coefficient* (R) merupakan perbandingan antara nilai prediksi dengan nilai sebenarnya.

Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel dibuat kriteria sebagai berikut: (Rendy fadly dkk, 2015)

1. R = 0, dimana Tidak ada korelasi antara dua variabel,
2. 0 < R ≤ 0,25, dimana korelasi sangat lemah,
3. 0,25 < R ≤ 0,50, dimana korelasi cukup,
4. 0,50 < R ≤ 0,75 , dimana korelasi kuat,
5. 0,75 < R ≤ 0,99, dimana korelasi sangat kuat, dan
6. R = 1,00 , dimana korelasi sempurna.

**2.10 Daerah Rawan Banjir**

Daerah rawan banjir adalah daerah yang mudah atau mempunyai kecenderungan untuk terlanda banjir. Daerah tersebut dapat diidentikasi dengan menggunakan pendekatan geomorfologi khususnya aspek morfogenesa, karena kenampakan seperti teras sungai, tanggul alam, dataran banjir, rawa belakang, kipas aluvial, dan delta yang merupakan bentukan banjir yang berulang- ulang yang merupakan bentuk lahan detil yang mempunyai topografi datar (Dibyosaputro, 1984). Kawasan rawan banjir merupakan kawasan yang sering atau berpotensi tinggi mengalami bencana banjir sesuai karakteristik penyebab banjir. Kawasan banjir tersebut dapat dikategorikan menjadi empat tipologi sebagai berikut :

1. Daerah Pantai

Daerah pantai merupakan daerah yang rawan banjir karena daerah tersebut merupakan dataran rendah yang elevasi permukaan tanahnya lebih rendah atau sama dengan elevasi air laut pasang rata- rata (mean sea level) dan tempat bermuaranya sungai yang biasanya mempunyai permasalahan penyumbatan muara.

1. Daerah Dataran Banjir (Floodplain Area)

Daerah dataran banjir (floodplain area) adalah daerah di kanan- kiri sungai yang muka tanahnya sangat landai dan relatif datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat yang mengakibatkan daerah tersebut rawan terhadap banjir baik oleh luapan air sungai maupun karena hujan local. Kawasan ini umumnya terbentuk dari endapan lumpur yang sangat subur sehingga merupakan daerah pengembangan (pembudidayaan) seperti perkotaan, pertanian, permukiman dan pusat kegiatan perekonomian, perdagangan, industri, dll.

1. Daerah Sempadan Sungai

Daerah ini merupakan kawasan rawan banjir, akan tetapi, di daerah perkotaan yang padat penduduk, daerah sempadan sungai sering dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat hunian dan kegiatan usaha sehingga apabila terjadi banjir akan menimbulkan dampak bencana yang membahayakan jiwa dan harta benda.

1. Daerah Cekungan

Daerah cekungan merupakan daerah yang relatif cukup luas baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi. Apabila penataa n kawasan tidak terkendali dan sistem drainase yang kurang memadai, dapat menjadi daerah rawan banjir.

Kawasan- kawasan rawan banjir tersebut di ilustrasikan dalam Gambar berikut:



Gambar 2.7 Topologi Kawasan Rawan Banjir

Daerah rawan banjir di Kabupaten Lombok Tengah yaitu Dusun Peras Desa Kidang Kecamatan Praya Timur dan Dusun Pasung Desa Bangket Parak Kecamatan Pujut. Kedua dusun ini terletak di dekat bantaran sungai dari DAS Renggung dan dekat dengan muara sungai. Jika terjadi hujan lebat dan bertepatan dengan pasang naik dari laut Teluk Awang maka setiap tahun terjadi banjir di lokasi ini. Ketinggian banjir setiap kali terjadinya banjir mencapai 0,50 sampai 1 meter dengan lama genangan mencapai 1 sampai 2 hari. Selain itu daerah yang sering mengalami banjir adalah Desa Kuta Kecamatan Pujut tetapi dikarenakan merupakan muara sungai. Tinggi genangan mencapai 0,5 meter dengan lama genangan hanya beberapa jam saja. Tipologi banjir yang pernah terjadi di Kabupaten Lombok Tengah tidaklah separah yang terjadi di daerah lain seperti Jakarta. Hal ini disebabkan karena letak geografis Kabupaten Lombok Tengah yang tinggi dan memiliki curah hujan yang relatif rendah. (Profil Daerah Rawan Bencana Kabupaten Lombok Tengah, oktober 2014)

**2.11 Sistem Pengendalian Banjir ( *Flood  Control  System* )**

**2.11.1 Pengendalian Banjir Metode Struktur**

cara pengendalian  banjir  dalam  metode  struktur  dapat  dibagi menjadi  5 yaitu  :

1. Perbaikan dan pengaturan sistem sungai
2. Normalisasi alur sungai dan tanggul
3. Pembuatan alur pengendali banjir (*Floodway* )
4. Pembuataan sudetan( *shortcut*)
5. Groyne (Tanggul Tangkis)

**2.11.2 Pengendalian Banjir Metode Non Struktur**

Analisis  pengendalian  banjir  dengan  tidak  menggunakan bangunan pengdaikan memberikan pengaruh cukup baik terhadap regim sungai. Contoh aktivitas  penanganan  tanpa   bangunan adalah  sebagai  berikut :

1. Pengelolaan   DAS
2. Pengaturan  Tata   Guna  Lahan
3. Pengendalian  Erosi
4. Pengembangan  Daerah   Banjir
5. Pengaturan  Daerah   Banjir

**2.12 Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (*catchment area, watershed*) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak- anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sub DAS adalah bagian DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis kedalam Sub DAS – Sub DAS. Daerah aliran sungai (DAS) dapat dipandang sebagai sistem alami yang menjadi tempat berlangsungnya proses -proses biofisik hidrologis maupun kegiatan sosial- ekonomi dan budaya masyarakat yang kompleks (P.39/Menhut-II/2009).

Daerah aliran sungai dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir berdasarkan ekosistemnya.

1. DAS bagian atas (hulu), daerah ini berfungsi sebagai daerah konservasi tanah dan air, kawasan lindung dan resapan air serta kontrol terhadap erosi. Daerah hulu mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi dan kemiringan lahan lebih besar.
2. DAS bagian tengah, daerah ini berfungsi sebagai daerah untuk pengumpulan, penyimpanan, pengalokasian, pendistribusian serta pengendalian banjir. Daerah tengah merupakan transisi dari bagian hulu ke hilir.
3. DAS bagian bawah (hilir), daerah ini berfungsi sebagai daerah kontrol banjir dan drainase serta pencegahan intrusi air laut. Daerah hilir merupakan daerah pemanfaatan dengan kerapatan drainase lebih keci dan kemiringan lahan kecil sampai dengan sangat kecil . (Asdak, 1995).

**2.13 Sistem Informasi Geografis**

Sistem informasi Geografi adalah suatu sistem informasi tentang pengumpulan dan pengolahan data serta penyampaian informasi dalam koordinat ruang, baik secara manual maupun digital. Data yang diperlukan merupakan data yang mengacu pada lokasi geografis, yang terdiri dari dua kelompok, yaitu data grafis dan data atribut. Data grafis tersusun dalam bentuk titik, garis, dan poligon. Sedangkan data atribut dapat berupa data kualitatif atau kuantitatif yang mempunyai hubungan satu-satu dangan data grafisnya (Barus dan Wiradisastra, 2000).

Menurut ESRI (1999), Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu alat berbasis komputer untuk memetakan dan meneliti hal-hal yang ada dan terjadi di muka bumi. Sistem Informasi Geografis mengintegrasikan operasi database umum seperti query dan analisa statistik dengan visualisasi yang unik dan manfaat analisa mengenai ilmu bumi yang ditawarkan oleh peta. Kemampuan ini menjadi penciri Sistem Informasi Geografis dari sistem informasi lainnya, dan sangat berguna bagi suatu cakupan luas perusahaan swasta dan pemerintah untuk menjelaskan peristiwa, meramalkan hasil, dan strategi perencanaan. Menurut Barus dan Wiradisastra (2000), dalam SIG, data dipelihara dalam bentuk digital. Sistem ini merupakan suatu sistem komputer

untuk menangkap, mengatur, mengintegrasi, memanipulasi, menganalisis dan menyajikan data yang bereferensi ke bumi. Komponen utama SIG dapat dibagi ke dalam 4 kelompok, yaitu: perangkat keras, perangkat lunak, organisasi (manajemen), dan pemakai.

Sistem informasi geografi (SIG) pada saat ini sudah merupakan teknologi yang dianggap biasa pada kalangan perencana atau kelompok-kelompok lain yang berkecimpung dalam hal pemetaan sumberdaya. Dua dekade sebelum ini terjadi juga pada Penginderaan Jauh (PJ) atau Remote Sensing, walaupun tidak secepat kepopuleran SIG. Kedua teknologi tersebut merupakan teknologi informasi atau lebih spesifik lagi teknologi informasi spasial karena berkaitan dengan pengumpulan dan pengolahan data spasial.

**2.13.1 SAGA** (*System for Automated Geoscientific Analyses Geographic Information System)*

SAGA merupakan software SIG gratis dan *open source*. SAGA unggul dalam melakukan analisis file raster, namun juga mendukung file vektor dalam bentuk ESRI Shapefile. Format file asli yang dihasilkan adalah .sgrd dan juga mendukung file raster dengan format lainnya termasuk ESRI grid dan Surfer grid. SAGA dibuat dalam bahasa pemrograman C ++ yang bisa digunakan bagi pengguna tingkat lanjut untuk mengkodekan sendiri “modul” (*tools/functions*). SAGA dapat diintegrasikan dengan Kosmo yang merupakan program SIG open source yang mendukung lebih banyak format dan fungsi vektor dan juga R (sebuah software statistik open source bagi pengguna yang familiar dengan C ++).

**Tools / Modul**

* File access: interface untuk berbagai macam format file table, vektor, image dan grid termasuk shapefile, grid ESRI (ASCII dan biner), dan berbagai format file yang didukung GDAL library, selan format SGRD yang asli dari SAGA GIS.
* Filter for grids: Gaussian, Laplacian, multi-directional Lee filter. Laplacian Filter digunakan untuk image processing sedangkan Lee Filter berguna untuk mengurangi noise pada DEM.
* Gridding: interpolasi dari data vektor menggunakan triangulation, nearest neighbor, inverse distance.
* Geostatistics: residual analysis, ordinary and universal kriging, single and multiple regression analysis, variance analysis.
* Grid calculator: menggabungkan grid melalui fungsi yang ditetapkan pengguna.
* Grid discretization: skeletonization, segmentation.
* Grid tools: merging, resampling, gap filling.
* Image classification: cluster analysis, box classification, maximum likelihood, pattern recognition, region growing.
* Projections: berbagai macam transformasi koordinat untuk data vektor dan grid (menggunakan Proj4 dan GeoTrans libraries), georeferencing of grid.
* Simulation of dynamic processes: TOPMODEL (hydrology modelling tool), nitrogen distributions, erosion, landscape development.
* Terrain analysis: geomorphometrical calculations seperti slope, aspect, curvatures, curvature classification, analytical hillshading, sink elimination, flow path analysis, catchment delineation, solar radiation, channel lines, relative altitudes.
* Vector tools: polygon intersection, contour lines from grid.

Tampilan atau GUI dari SAGA tidak seperti kebanyakan program SIG lainnya, SAGA membuka file raster dan vektor dalam jendela terpisah, meskipun dapat dilakukan overlay untuk membuat peta.

S*umber:* [*http://www.saga-gis.org/en/about/references.html*](http://www.saga-gis.org/en/about/references.html)