

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Siklus Hidrologi**

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, terjadinya peredaran dan agihannya, sifat-sifat kimia dan fisiknya, dan reaksi dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk-makhluk hidup (*Internatinal Glossary of Hidrology*, 1974) (Seyhan,1990). Karena perkembangan yang ada maka ilmu hidrologi telah berkembang menjadi ilmu yang mempelajari sirkulasi air. Jadi dapat dikatakan, hidrologi adalah ilmu untuk mempelajari; presipitasi (*precipitation*), evaporasi dan transpirasi (*evaporation*), aliran permukaan (*surface stream flow*), dan air tanah (*ground water*).

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan “siklus hidrologi”. Siklus Hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan, dimana air diangkut dari lautan ke atmosfer (udara), ke darat dan kembali lagi ke laut. Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung menjadi aliran maupun tidak langsung yaitu melalui vegetasi atau media lainnya akan membentuk siklus aliran air mulai dari tempat yang tinggi (gunung, pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berakhir di laut. Asdak (2002) menyatakan bahwa dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara yaitu air lolos (*throughfall*), aliran batang (*streamflow*) dan air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi.

Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi). Di bumi air mengalir dan bergerak dengan berbagai cara. Pada retensi (tempat penyimpanan) air akan menetap untuk beberapa waktu. Retensi dapat berupa retensi alam seperti darah-daerah cekungan, danau tempat-tempat yang rendah dll., maupun retensi buatan seperti tampungan, sumur, embung, waduk dll. Secara gravitasi (alami) air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah yang lebih rendah, sampai ke daerah

pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju kesistem jaringan sungai, sistem danau atau waduk. Dalam sistem sungai aliran mengalir mulai dari sistem sungai kecil ke sistem sungai yang besar dan akhirnya menuju mulut sungai atau sering disebut estuary yaitu tempat bertemunya sungai dengan laut.

Air hujan sebagian mengalir meresap kedalam tanah atau yang sering disebut dengan Infiltrasi, dan bergerak terus kebawah. Air hujan yang jatuh ke bumi sebagian menguap (evaporasi dan transpirasi) dan membentuk uap air. Sebagian lagi mengalir masuk kedalam tanah (infiltrasi, perkolasi, kapiler). Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang – ruang antara butir – butir tanah dan di dalam retak – retak dari batuan. Dahulu disebut air lapisan dan yang terakhir disebut air celah (*fissure water*). Aliran air tanah dapat dibedakan menjadi aliran tanah dangkal, aliran tanah antara dan aliran dasar (*base flow*). Disebut aliran dasar karena aliran ini merupakan aliran yang mengisi sistem jaringan sungai. Hal ini dapat dilihat pada musim kemarau, ketika hujan tidak turun untuk beberapa waktu, pada suatu sistem sungai tertentu aliran masih tetap dan kontinyu.

Sebagian air yang tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar ke permukaan tanah sebagai limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang terkumpul di sungai yang akhirnya akan mengalir ke laut kembali terjadi penguapan dan begitu seterusnya mengikuti siklus hidrologi.

## **B. Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan 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 (Permen PU 2013). Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS) merupakan bagian dari DAS dimana air hujan diterima dan dialirkan melalui anak sungai ke sungai utama. Setiap DAS terbagi habis menjadi

wilayah yang lebih kecil yaitu Sub DAS-Sub DAS, dan apabila diperlukan maka dapat dipisahkan lagi menjadi sub-sub DAS, demikian untuk seterusnya (Sudarmadji, 2007). Morfometri DAS merupakan nilai kuantitatif dari parameter-parameter yang ada pada daerah aliran sungai.

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pengelolaan DAS merupakan suatu usaha yang terus berjalan, karena faktor alam maupun faktor buatan manusia selalu ada dan berubah setiap waktu (Sheng, 1986 dan 1990). Perencanaan pengelolaan DAS bersifat dinamis karena dinamika proses yang terjadi di dalam DAS, baik proses alam, politik, sosial ekonomi kelembagaan, maupun teknologi yang terus berkembang.

Perencanaan dan pengelolaan DAS membutuhkan pengetahuan tentang karakteristik fisik DAS merupakan parameter-parameter yang berkaitan dengan keadaan morfometri, topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia (Seyhan, 1993). Dengan demikian karakteristik fisik DAS dapat menjadi referensi dalam melakukan rangkaian pendekatan perencanaan, pelaksanaan maupun pemantauan, dan evaluasi pengelolaan DAS secara efektif dan efisien, sehingga dapat meminimalisir terjadinya bencana alam seperti tanah longsor, banjir bandang dan bencana geologis.

Penentuan karakteristik-karakteristik fisik dari DAS memerlukan suatu metode yang cepat, dan otomatis. Salah satu solusi metode yang paling efisien adalah dengan melakukan pemetaan dengan penginderaan jauh. Penginderaan Jauh adalah Ilmu, teknik dan seni untuk mendapatkan informasi tentang obyek, wilayah atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh dari suatu alat tanpa berhubungan langsung dengan obyek, wilayah atau gejala yang sedang dikaji. Aplikasi penginderaan jauh untuk pemetaan sumberdaya wilayah memerlukan pertimbangan tertentu agar dapat menghasilkan keluaran dengan kualitas baik. Selain mempertimbangkan resolusi spasial, temporal, dan radiometrik, juga diperlukan pertimbangan resolusi spektral berupa pemilihan saluran, serta kombinasi saluran. Penentuan teknik dan metode pengolahan juga

dapat berpengaruh terhadap hasil akhir suatu aplikasi penginderaan jauh. Sistem Informasi Geografis (SIG) diperlukan dalam analisis sumberdaya wilayah karena memiliki kemampuan menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografi dan kemampuan untuk melakukan tumpang susun antar beberapa paramater, serta memiliki kemampuan memvisualisasikan hasil pengolahan spasial citra penginderaan jauh.

### C. Geografis Information System (GIS)

Sistim Informasi Geografis yang selanjutnya disingkat SIG adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang mempunyai kemampuan untuk menangani data yang bereferensi geografis yang mencakup : data input (pemasukan), manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data (Permen PU 2013).

Sistem Informasi Geografis juga biasa disebut GIS atau Geografis Information System yang definisikan sebagai “*an integrated collection of computer software and data used to view and manage information about geographic place, analyze spatial relationships, and model spatial processes*”(ESRI 2011). Dalam pengertian tersebut adalah framework untuk memperoleh dan mengorganisir data spasial dan informasi terkait, sehingga dapat ditampilkan dan dianalisis.

Meskipun secara eksplisit disebut berbasis komputer, dalam hal konsep, GIS sudah sangat lama diterapkan untuk berbagai keperluan, jauh sebelum teknologi komputer. GIS sudah bertransformasi dari berbasis manual menjadi berbasis komputer. Hal ini tidak dapat dipungkiri karena kemajuan komputasi telah berkontribusi sangat besar dalam perkembangan GIS. Sekarang ini, hampir semua operasional GIS dilakukan dengan teknologi berbasis komputer. Terdapat banyak kesalahan pemahaman terhadap GIS di antaranya anggapan bahwa GIS adalah software pembuat peta. Pandangan tersebut tentu keliru karena meskipun software GIS dapat menghasilkan peta, GIS jauh lebih luas dari hanya sekedar untuk pembuatan peta. GIS tidak berdiri sebagai suatu disiplin. GIS sangat berhubungan dengan disiplin atau sitem lain seperti penginderaan jauh, surveyong, photogrammetry, pemetaan digital, CAD,

database, dan sebagainya. Penguasaan disiplin-disiplin lain sangat menunjang pemahaman dan penguasaan GIS.

Dalam penerapan sistem ini dibutuhkan komponen-komponen SIG, yang diantaranya adalah perangkat keras, perangkat lunak, user atau operator, data dan metode. Perangkat lunak adalah aplikasi atau program yang mampu mengolah metode dan data dari sistem SIG. Perangkat keras adalah sistem komputer (Personal Computer) yang sesuai untuk pengoperasian perangkat lunaknya. User atau operator adalah orang yang mengoperasikan sistem SIG. Metode adalah teknik atau fitur yang digunakan dalam sistem SIG. Data adalah bahan yang akan diolah atau dianalisis dengan sistem SIG. Sebagai suatu sistem, maka terdapat interkoneksi antara satu komponen dengan komponen lainnya. Kualitas dari keseluruhan GIS sebagai suatu sistem sangat tergantung kepada keseluruhan komponen dan interkoneksi antar komponen.

GIS berhubungan data spasial dan data non-spasial. Salah satu jenis data spasial adalah data raster yang merupakan data yang terdiri dari elemen (sel/pixel), yang mana setiap elemen memiliki nilai tertentu. Data raster digunakan dalam GIS untuk data kontinyu seperti citra satelit, foto udara, model elevasi digital (DEM), kelas lereng dan sebagainya. Untuk kepentingan analisis, data raster sering juga digunakan untuk data diskret seperti kelas lereng, kecamatan, atau areal studi. Penggunaan data raster dalam GIS disumbang oleh teknologi seperti penginderaan jauh, photogrammetry dan photography.

ArcGIS adalah salah satu perangkat lunak yang sangat populer dan andal dalam melakukan tugas Sistem Informasi Geografis (SIG). Meskipun cukup banyak perangkat lunak alternatif yang lebih murah dan bahkan gratis, tetapi ArcGIS masih menjadi perangkat lunak GIS utama. Keandalan ArcGIS tidak saja dalam hal membuat peta, melainkan yang lebih utama adalah membantu praktisi SIG melakukan analisis, pemodelan, dan pengelolaan data spasial secara efektif dan efisien.

#### D. ArcGIS Desktop

ArcGIS merupakan perangkat lunak yang dikeluarkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), sebuah perusahaan yang telah lama berkecimpung di dalam bidang geospasial. ArcGIS adalah platform yang terdiri dari beberapa software yaitu *Desktop GIS*, *Server GIS*, *Online GIS*, *ESRI Data*, dan *Mobile GIS*. ArcGIS Desktop adalah bagian dari *Desktop GIS* yang juga bagian dari ArcGIS. ArcGIS Desktop merupakan platform dasar yang dapat digunakan untuk mengelola suatu proyek dan alur kerja SIG yang kompleks serta dapat digunakan untuk membangun data, peta, model, serta aplikasi. ArcGIS Desktop masih merupakan kumpulan software (*suite*) yang terdiri dari beberapa software tersendiri yaitu ArcMap, ArcCatalog, ArcScene, ArcGlobe, dan ArcReader.

ArcGIS Desktop merupakan pengembangan dan gabungan dari ArcView 3.x yang unggul dalam antarmuka visual dengan Arc/INFO versi 7 yang unggul dalam analisis. Oleh karena itu tidak mengherankan jika ArcGIS Desktop disebut sebagai gabungan ArcView 3.x dan Arc/INFO.

ArcMap adalah *software* paling utama di dalam ArcGIS Desktop karena hampir semua tahapan GIS seperti input, analisis dan output data spasial dapat dilakukan pada ArcMap. Meskipun demikian, banyak tugas-tugas GIS yang tidak dapat dilakukan menggunakan ArcMap sehingga pengguna masih perlu untuk mempelajari dan menggunakan software ArcGIS Desktop lain selain ArcMap.

Penyimpanan dan pengelolaan data geografis pada perangkat lunak ArcGIS dapat dilakukan dalam berbagai format. Diantaranya adalah :

- Vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area/poligon.
- Raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (*grid*)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur, foto digital seperti areal fotografi atau citra satelit merupakan bagian dari data raster.

## E. Digital Elevation Model (DEM)

*Digital Elevation Model* yang selanjutnya disingkat DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang didefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Permen PU 2013).

Beberapa sumber data DEM adalah *FU stereo*, citra satelit stereo, data pengukuran lapangan (GPS, *Theodolith*, EDM, Total Station, *Echosounder*), peta topografi, dan *Linier Array Image*. Struktur dari data DEM terdiri dari *Ground Control Points*, *Trinangulasi Irreguler Network* dan *Digital Terrain Model*.

GCPs (*Ground Control Points*), menggunakan sebuah bidang segitiga teratur, segiempat, atau bujursangkar atau siku yang teratur. Perbedaan resolusi grid dapat digunakan sebagai pilihan yang berhubungan dengan ukuran daerah penelitian dan kemampuan fasilitas komputer.

TIN (*Triangulasi Irreguler Network*), adalah rangkaian segitiga yang tidak tumpang tindih pada ruang tak beraturan dengan koordinat x, y, dan z (nilai elevasi). Model TIN disimpan dalam topologi hubungan antara segitida dengan segitiga didekatnya, tiap bidang segitiga digabungkan dengan tiga titik segitiga yang dikenal dsebagai facet. Titik tak teratur pada TIN biasanya merupakan hasil sampel permukaan titik khusus seperti lembah, igir, dan perubahan lereng. Kontur, dibuat dari garis digitasi garis kontur yang disimpan dalam format seperti DLGs (*Digital Line Graphs koordinat (x,y)*) sepanjang tiap garis kontur yang menunjukkan elevasi khusus. Kontur paling banyak digunakan untuk menyajikan permukaan bumi dengan simbol garis.

Model Permukaan Digital (*Digital Terrain Model/DTM*) adalah sekumpulan koordinat titik 3D yang mewakili suatu permukaan fisik, wujud koordinat ini dapat berupa titik dengan lokasi acak semata atau yang dapat dibentuk segitiga-segitiga, (*raster*) grid, atau membentuk pola garis kontur. Kualitas DEM/DTM merupakan ukuran seberapa akurat elevasi pada setiap pixel (akurasi mutlak) dan seberapa akurat morfologi disajikan (akurasi relatif). Beberapa faktor dalam kualitas DEM adalah kekasaran daerah, kepadatan

sampling, resolusi kotak atau pixel, interpolasi algoritma, resolusi vertikal, algoritma analisis medan, dan referensi produk termasuk masker berkualitas yang memberikan informasi tentang garis pantai, danau, salju, awan, korelasi dan lain-lain.

SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) adalah satelit penginderaan jauh yang bertugas memperoleh data permukaan bumi menggunakan SAR (*Synthetic Aperture Radar*). SRTM merupakan hasil kerjasama antara NASA dan NGA untuk membuat peta *Digital Elevation Model* (DEM) secara global menggunakan interferometri. Instrumen SRTM terdiri dari *Spaceborn Imaging Radar-C* (SIR-C) yang dipasang pada satelit antariksa. Petak-petak SRTM membentang dari 30° off-Nadir sampai dengan 58° Nadir dengan ketinggian 233km, dan memiliki luas tiap petaknya 225km. SRTM telah merekam hampir 1000 petak selama 10 hari operasi. Panjang dari petak-petak yang diperoleh dari beberapa ratus meter hingga beberapa ribu kilometer.

Data DEM SRTM ini diproduksi dalam dua versi data, yaitu DEM SRTM dengan sampel 1 detik dan DEM SRTM dengan sampel 3 detik. Data DEM SRTM sampel 1 detik disebut SRTM1 memiliki resolusi 30m. Hal ini menyebabkan banyak orang menyebutnya SRTM30 meter. SRTM 30 meter ini memiliki 3601 sampel sama dengan luas baris dan kolom yang overlapping. Sedangkan data SRTM sampel 3 detik disebut SRTM3 memiliki resolusi spasial sebesar 90 meter. Hal ini menyebabkan kebanyakan orang menyebutnya SRTM 90 m. SRTM 90 meter memiliki 1201 garis dan sampel sama dengan luas baris dan kolom yang overlapping. Data DEM SRTM disediakan dalam bentuk 16-bit biner raster sederhana. SRTM memiliki format data yang sama seperti format GRID lainnya, yaitu terdiri atas sel-sel yang setiap sel memiliki nilai ketinggian. Nilai ketinggian pada DEM SRTM adalah nilai ketinggian dari datum WGS 1984, bukan dari permukaan laut. Tetapi karena datum WGS 1984 hampir berimpit dengan permukaan laut, maka untuk skala tinggi dapat diabaikan perbedaan di antara keduanya.



## F. Fitur ArcGIS Desktop terkait Hidrologi

Beni dan Ikhsan (2015) menyatakan dalam buku tutorial ArcGIS bahwa ArcGIS Desktop menyediakan fitur-fitur yang dapat digunakan untuk analisis hidrologi di dalam ekstensi *Spatial Analyst*, beberapa fitur untuk melakukan persiapan hingga deliniasi daerah tangkapan sudah tersedia. Analisis hidrologi yang berkaitan dengan topografi adalah analisis hidrologi yang berkaitan dengan terrain atau topografi. Beberapa analisis yang termasuk kelompok ini adalah penghitungan *flow direction*, *flow accumulation*, *flow length*, *pour point*, *stream order* dan *watershed*. Untuk melakukan analisis hidrologi, data yang tepat digunakan adalah DEM yang sudah terbebas dari fitur-fitur seperti bangunan, pohon, dan lain-lain. Sehingga nilai elevasi pada DEM hanya nilai elevasi muka permukaan tanah yang sering disebut dengan *Digital Terrain Model* (DTM). Namun untuk analisis yang luas, terkadang data DEM yang masih mengandung nilai-nilai fitur bangunan, pohon dan lain-lain seringkali digunakan.

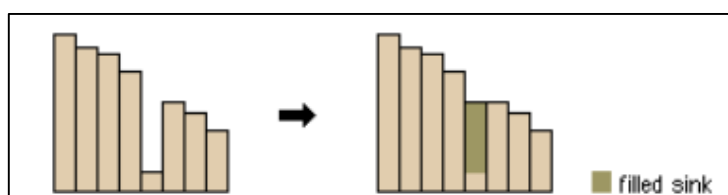
### 1. Fitur Persiapan Data DEM

Rekondisi DEM (*DEM recondition*) dilakukan untuk melakukan penyesuaian DEM agar konsisten dengan data vektor jejaring aliran (*stream*) ataupun gigit (*ridge*). Analisis hidrologi menggunakan DEM seringkali memunculkan hasil yang sulit diteruna oleh pengguna, semisal batas DAS yang tidak semestinya, *stream* yang bergeser, dan sebagainya. Hal tersebut sangat lumrah terjadi mengingat akurasi horizontal dan vertikal dari data DEM yang digunakan kurang baik digunakan untuk daerah landai atau informasi tambahan ketinggian fitur (pepohonan, bangunan, dsb) yang digunakan untuk mengkoreksi DEM kurang memadai. Penyesuaian jejaring aliran ke dalam data DEM akan sangat membantu akurasi dari analisis hidrologi. DEM baru yang dihasilkan akan sesuai dengan jejaring aliran (sungai, parit, dsb) ataupun gigit yang sudah tersedia.

Jejaring aliran yang akan digunakan untuk merekondisi DEM harus dikonversi menjadi data raster agar dapat dilakukan analisis spasial lebih lanjut. Data yang dihasilkan oleh proses tersebut di atas adalah data raster sungai dengan nilai 1 untuk sungai dan *NoData* untuk bukan sungai. Untuk

kepentingan analisis, nilai *NoData* diubah menjadi 0 (nol) dengan menggunakan MapAlgebra atau *Reclassify*. Efek dari rekondisi adalah membuat posisi sungai serta kecenderungan aliran air menuju sungai lebih konsisten dengan data sungai vektor. Untuk mengetahui apakah proses rekondisi yang telah dibuat sudah memuaskan atau belum, pengguna dapat melakukan pengecekan profil memotong sungai.

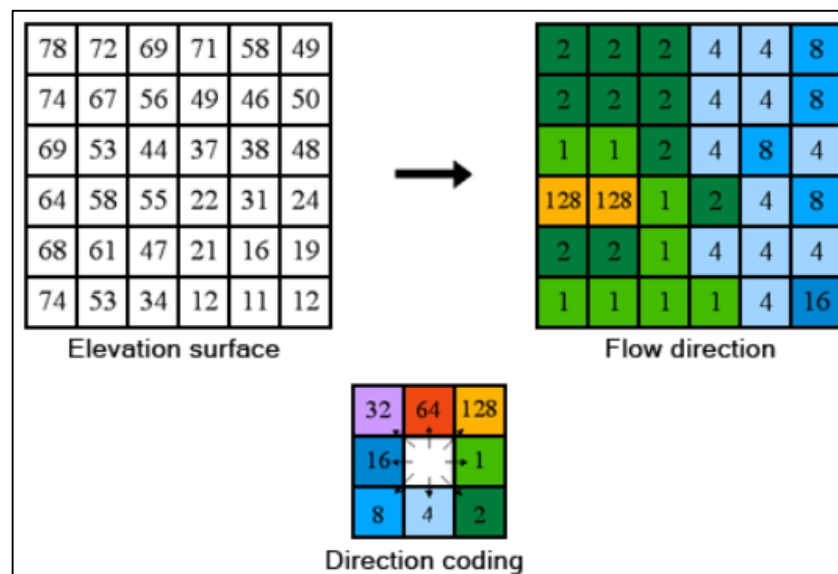
Setelah melakukan rekondisi DEM, langkah selanjutnya adalah analisis *Fill*. Analisis *Fill* digunakan untuk menghasilkan *depressionless DEM*. Nilai terendah dari DEM digunakan sebagai tujuan akhir dari aliran air yang biasanya adalah pixel-pixel yang berada di tepi pantai atau tepi danau besar. Namun seringkali DEM memiliki *sink*, yaitu pixel-pixel yang memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan nilai disekelilingnya. *Sink* harus dihilangkan dengan cara mengisinya (*fill*) agar tidak diidentifikasi sebagai tujuan akhir dari aliran air.



Gambar 3.1 Profil dari *Sink* Sebelum dan Setelah Proses *Fill*

## 2. *Flow Direction* (arah aliran)

*Flow Direction* digunakan untuk menentukan arah aliran dari setiap sel, yaitu arah penurunan yang paling curam (*steepest path*). Suatu sel dikelilingi oleh sebanyak delapan (8) buah sel tetangga. Oleh karena itu akan terdapat delapan kemungkinan arah *flow direction*. Jika arah penurunan paling curam adalah ke arah utara, maka nilai *flow direction* pada sel tengah adalah 64. Kemungkinan nilai *flow direction* yang lain adalah 1 (timur), 2 (tenggara), 4 (selatan), 8 (barat daya), 16 (barat), 32 (barat laut), 64 (utara) dan 128 (timur laut). Output dari fitur *flow direction* adalah suatu data raster yang setiap selnya memiliki arah dengan diwakili oleh nilai 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 atau 128.

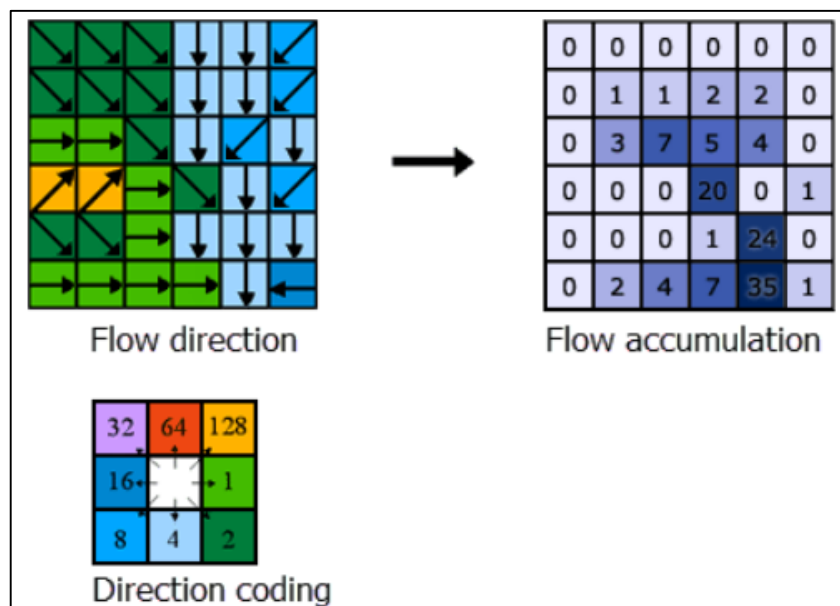


Gambar 3.2 Pengkodean Arah Aliran

### 3. *Flow Accumulation*

Fitur *flow accumulation* digunakan untuk menentukan akumulasi aliran dari setiap sel. Suatu sel yang memiliki *flow accumulation* nol (0) menunjukkan jika tidak ada satu sel pun yang akan mengalirkan air kepada sel tersebut, demikian juga jika suatu sel memiliki *flow accumulation* seratus (100), maka akan terdapat sejumlah 100 sel yang akan mengalirkan air kepada sel tersebut. Semakin tinggi nilai *flow accumulation* suatu sel maka semakin tinggi juga potensi air akan terakumulasi pada sel tersebut. Output dari fitur *flow accumulation* adalah data raster dengan nilai pada sel adalah jumlah sel yang akan menyumbangkan air kepadanya.

Jejaring aliran dapat diperoleh dari klasifikasi ulang nilai *Flow Accumulation* dengan menggunakan fitur *Reclassify*. Klasifikasi ditentukan berdasarkan nilai *flow accumulation* rata-rata untuk anak sungai dan standar deviasi nilai *flow accumulation* untuk sungai utama.



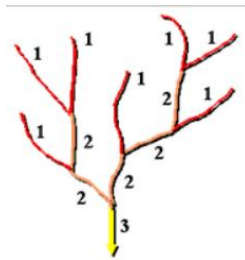
Gambar 3.3 Determinasi Akumulasi Aliran

#### 4. Stream Order

*Stream* dapat diartikan sebagai jejaring aliran, baik itu berupa sungai, parit, dan sebagainya yang secara teoritis jika terjadi hujan akan secara signifikan dialiri air. Identifikasi *stream* dapat diartikan dengan sebagai identifikasi jejaring aliran dengan ambang batas tertentu.

Identifikasi *stream* dapat dilakukan dari data DEM khususnya pada wilayah yang belum tersedia data jejaring aliran yang baik. Identifikasi *stream* dilakukan terhadap data *flow accumulation*. Nilai dari satu sel adalah jumlah sel lain yang jika terjadi hujan akan mengalirkan air ke sel tersebut. Semakin tinggi nilai dari *flow accumulation* maka semakin tinggi kemungkinannya sel tersebut menjadi *stream*, terlepas dari apakah pada kondisi riil di lapangan sel tersebut berupa sungai, parit, dsb atau pun tidak.

*Stream order* adalah urutan dari segmen *stream* dengan menggunakan metode Strahler atau Shreve sesuai dengan keperluan analisis. Hasil dari analisis *Stream Order* adalah sebuah data raster diskret dengan nilai 1, 2, dst yang menunjukkan ordo dari *stream* (ordo sungai). Dengan menggunakan metode Strahler, order 1 menunjukkan sungai baru terbentuk di daerah hulu atau ujung daerah tangkapan. Semakin ke hilir, ordo sungai akan bertambah.



Gambar 3.4 Metode Aliran Strahler

#### 5. *Pour Point*

Titik outlet, atau sering disebut *watershed outlet* atau *pour point*, adalah titik dimana batas daerah tangkapan ditentukan. Beda posisi outlet memiliki beda hasil delineasi. Titik outlet dapat berupa bendungan atau stasiun pengamatan erosi. Titik outlet harus tepat berada di atas sel yang memiliki *flow accumulation* paling tinggi. Jika posisi outlet meleset sedikit saja, maka proses delineasi daerah tangkapan tidak akan sesuai yang diharapkan. Titik outlet yang ditentukan/diukur dengan menggunakan GPS dengan akurasi tinggi pun belum tentu dapat digunakan untuk delineasi daerah tangkapan karena yang diperlukan adalah posisi outlet yang konsisten dengan data *flow accumulation*. Untuk menempatkan outlet dengan benar, pengguna dapat melakukan hal berikut,

- 1) Penggeseran titik outlet secara visual/manual, observasi secara visual data *flow accumulation* dan geser fitur outlet sehingga tepat berada pada nilai akumulasi tertinggi. Cara ini sangat direkomendasikan mengingat user/pengguna memiliki kontrol penuh untuk meletakkan dimana seharusnya outlet berada.
- 2) Gunakan *snap pour point*, untuk menggeser titik outlet (fitur/raster) sehingga berada pada *flow accumulation* tertinggi terdekat.

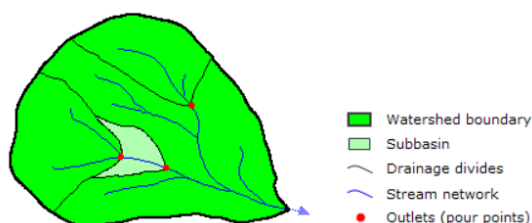
#### 6. Delineasi Daerah Tangkapan (*Watershed tool*)

Delineasi daerah tangkapan adalah identifikasi sel-sel yang jika dijatuhkan air akan mengalir kepada titik outlet yang akan ditentukan. Untuk melakukan delineasi daerah tangkapan diperlukan adanya arah aliran, akumulasi aliran dan outlet.

Delineasi daerah tangkapan dilakukan untuk membuat areak dimana seluruh sel di dalam areal tersebut, jika jatuh hujan/air di atasnya maka

seluruh air limpasan akan mampir ke outlet. Dengan demikian, delineasi di sini sangat tergantung kepada dimana outlet ditempatkan. Salah satu fitur ArcGIS Desktop untuk melakukan delineasi adalah *watershed* dan *basin*.

Hasil dari fitur *watershed* adalah data raster dimana sel yang berada pada daerah tangkapan yang sama akan memiliki atribut yang sama yang bersumber dari atribut atau nilai outlet. Namun analisis delineasi daerah tangkapan seperti telah dibahas pada bagian ini tidak dapat digunakan untuk secara instan membagi suatu wilayah, misalnya satu provinsi atau satu pulau, menjadi beberapa daerah aliran sungai.



Gambar 3.5 Komponen *Watershed*

Delineasi daerah tangkapan hanya dilakukan untuk membuat daerah tangkapan dari titik-titik outlet yang telah dibuat dan disesuaikan. Pada beberapa analisis, diperlukan pembagian suatu wilayah menjadi DAS sehingga wilayah tersebut ‘habis’ dibagi ke dalam DAS-DAS. Dalam hal ini maka lokasi outlet dapat diletakkan pada percabangan sungai atau muara sungai secara otomatis. Untuk melakukan hal tersebut diperlukan fitur *basin*. Data daerah tangkapan yang dihasilkan oleh fitur *basin* adalah berupa data raster. Untuk analisis *basin* biasanya ditujukan untuk pengelolaan sehingga batas DAS yang diperlukan tidak hanya berupa batas DAS secara alami, tapi juga dapat digunakan untuk tujuan pengelolaan.

Batas DAS yang dihasilkan pada tahapan akhir analisis yang tidak saja memperhatikan hasil analisis tetapi juga aspek pengelolaan dan kesatuan areal. Beberapa batas DAS disatukan menjadi satu DAS yang lebih besar, sedangkan beberapa batas DAS dihilangkan.