

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

Pada penelitian terdahulu oleh Sari Tita Eka (2011) tentang kajian sedimentasi dengan model musle pada DAS Babon menyatakan nilai *sediment yield* berdasarkan MUSLE Observasi dan MUSLE Prediksi tidak menunjukkan perbedaan yang terlalu mencolok, meski peubah yang digunakan berbeda. Model MUSLE yang rumusnya baku bersifat universal, sehingga bila akan digunakan perlu disesuaikan konstantanya dengan karakter DAS yang ingin diteliti, meski begitu ketersediaan data dan ketelitian untuk perhitungan dan kedua MUSLE ini sangat berpengaruh pada keakuratan jumlah produksi sedimen yang ada pada suatu DAS.

Penelitian lain oleh Komariah (2014) tentang analisis *sediment yield* pada area waduk Sermo dengan metode MUSLE menyatakan hasil *sediment yield* yang cukup besar berasal dari kebun campuran, dengan kata lain penutup lahan cukup berpengaruh terhadap besarnya sedimentasi.

Bara'tau Mariana (2012) dalam penelitiannya menyatakan faktor curah hujan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap muatan sedimen selain faktor penggunaan lahan dan topografi, debit sungai juga berpengaruh besar terhadap muatan sedimen pada suatu DAS maupun sub DAS.

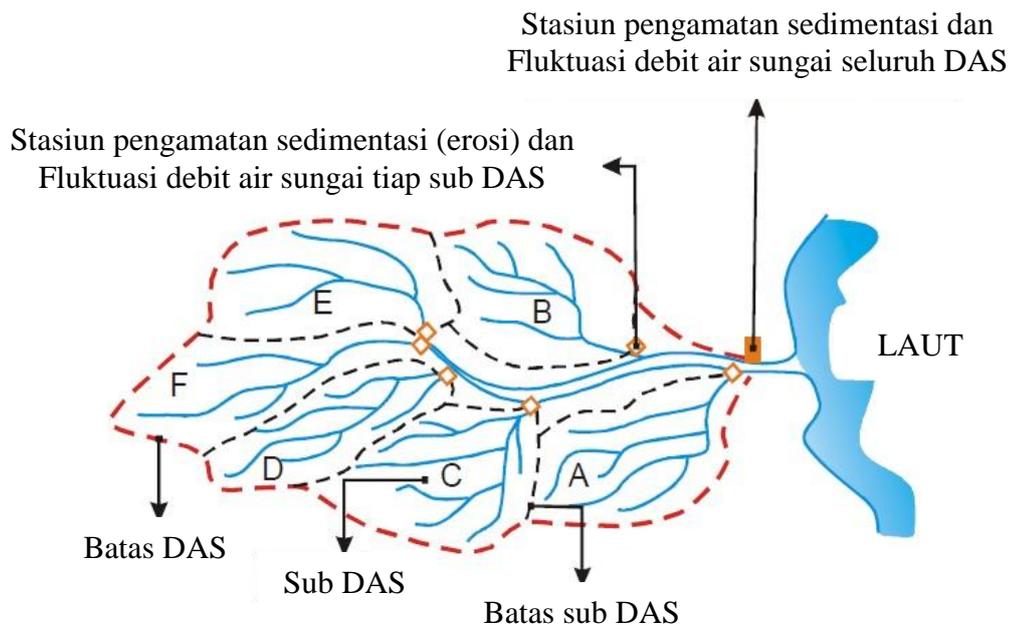
B. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) 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 laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Anonim, 2009). Berbagai definisi DAS telah dikemukakan oleh berbagai peneliti. DAS diartikan sebagai suatu kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan curah hujan

yang jatuh di atasnya ke sungai utama yang bermuara ke danau/lautan. Kawasan yang dimaksud dinamakan daerah tangkapan air (DTA). DTA merupakan suatu ekosistem dengan unsur-unsur utama adalah sumber daya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumber daya manusia sebagai pemanfaat sumber daya alam.

Nama sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan dibatasi oleh titik kontrol, yang pada umumnya merupakan stasiun *hidrometri*. Memperhatikan hal tersebut berarti sebuah DAS terbentuk dari beberapa sistem DAS lain yang biasa disebut dengan sub-DAS. Dalam konsep DAS, terbagi menjadi 2, yaitu : DAS bagian hulu (*up stream*) dan DAS bagian hilir (*down stream*). Bagian hulu dari suatu DAS merupakan daerah yang mengendalikan aliran sungai dan menjadi suatu kesatuan dengan bagian hilir yang menerima aliran tersebut. Pengetahuan karakteristik DAS dan alur sungai dapat dinyatakan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengetahuan tersebut sangat membantu dalam melaksanakan pekerjaan hidrometri, antara lain :

1. merencanakan pos duga air;
2. melaksanakan survei lokasi pos duga air;
3. analisa debit;



Gambar 2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sumber: Asdak, 1995

Tabel 2.1. Klasifikasi Luas DAS

No	Luas DAS (ha)	Klasifikasi DAS
1	1.500.000 ke atas	DAS Sangat Besar
2	2 500.000 - < 1.500.000	DAS Besar
3	100.000 - < 500.000	DAS Sedang
4	10.000 - < 100.000	DAS Kecil
5	Kurang dari 10.000	DAS Sangat Kecil

Sumber: Kementerian Kehutanan, 2013

C. Daerah Tangkapan Air (DTA)

Dalam suatu DAS (Daerah Aliran Sungai) yang besar pada dasarnya tersusun atas DAS-DAS kecil atau daerah tangkapan air. Secara umum DTA (Daerah Tangkapan Air) dapat didefinisikan sebagai suatu yang dibatasi oleh batas alam maupun batas buatan, dimana air hujan yang turun memberikan kontribusi aliran ke titik kontrol (*outlet*). Menurut kamus Webster, DTA adalah suatu daerah yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menerima hujan, menampung, menyimpan, dan mengalirkan ke sungai dan seterusnya ke danau atau ke laut (Suripin, 2002). Usaha-usaha pengelolaan DTA adalah sebuah bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DTA sebagai suatu unit pengelolaan yang pada dasarnya merupakan usaha-usaha penggunaan sumberdaya alam di suatu DTA secara rasional untuk mencapai tujuan produksi yang optimum dalam waktu yang tidak terbatas sehingga distribusi aliran merata sepanjang tahun (Suripin, 2002).

Pengelolaan DTA hendaknya terintegrasi dari daerah hulu sampai hilir yang melibatkan semua pihak terkait (*stakeholder*) dengan prinsip satu sungai, satu rencana dan satu pengelolaan yang terpadu (*one river, one plan, one integrated management*), pengelolaan DTA bagian hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan bagian DTA, perlindungan ini antara lain dari segi tata air, oleh karenanya perencanaan DTA hulu menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DTA, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi (Anonim, 2012a).

Dalam hal ini air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalami proses yang dikontrol oleh sistem DAS menjadi aliran permukaan (*surface runoff*), aliran bawah permukaan (*interflow*) dan aliran air bawah tanah (*groundwater flow*). Ketiga jenis aliran tersebut akan mengalir menuju sungai, yang tentunya membawa sedimen dalam air sungai tersebut. Selanjutnya, karena daerah aliran sungai dianggap sebagai sistem, maka perubahan yang terjadi disuatu bagian akan mempengaruhi bagian yang lain dalam DAS (Anonim, 2012a).

D. Erosi

Erosi adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin (Suripin, 2004). Erosi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi (Asdak, 1995).

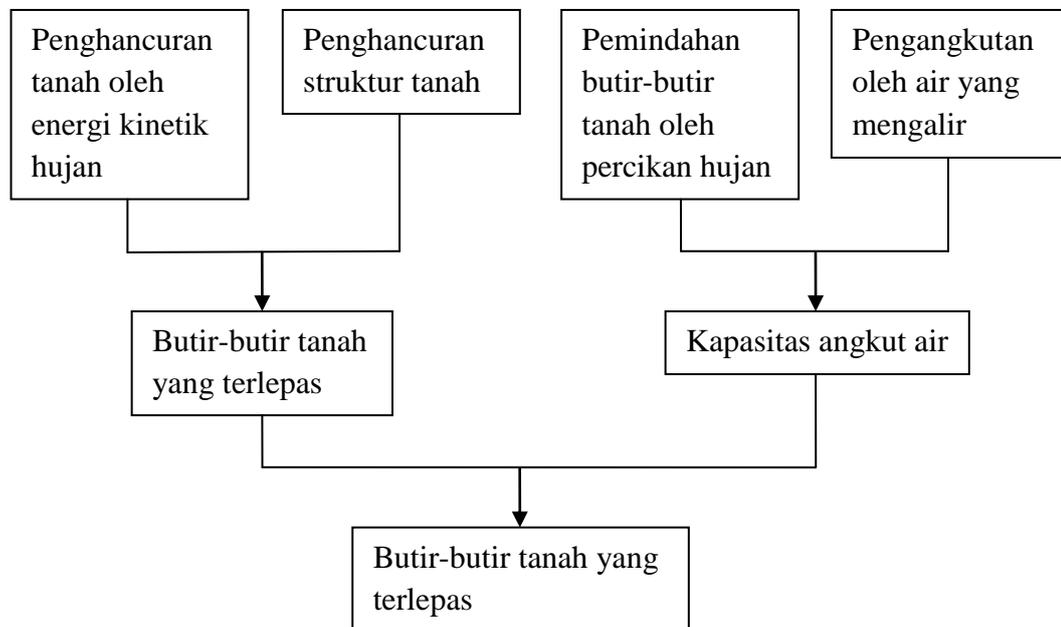
Di daerah-daerah tropis yang lembab seperti di Indonesia maka air merupakan penyebab utama terjadinya erosi. Erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi 3 tahap (Suripin, 2004), yaitu :

1. Tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah.
2. Tahap pengangkutan oleh media yang erosif seperti aliran air dan angin.
3. Tahap pengendapan, pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak cukup lagi untuk mengangkut partikel.

Berdasarkan bentuknya erosi dibedakan menjadi 7 tipe, diantaranya yaitu :

1. Erosi percikan (*splash erosion*) adalah terlepas atau terlemparnya partikel-partikel tanah dari massa tanah akibat pukulan butiran air hujan secara langsung.
2. Erosi aliran permukaan (*overland flow erosion*) akan terjadi jika intensitas atau lamanya hujan melebihi kapasitas infiltrasi atau kapasitas simpan air tanah.
3. Erosi alur (*rill erosion*) adalah pengelupasan dan diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam sluran-saluran air.

4. Erosi parit/selokan (*gully erosion*) membentuk jajaran parit yang lebih dalam dan lebar dan merupakan tingkat lanjutan dari erosi alur.
5. Erosi tebing sungai (*streambank erosion*) adalah erosi yang terjadi akibat pengikisan tebing oleh air yang mengalir dari bagian atas tebing atau oleh terjangan arus sungai yang kuat terutama pada tikungan-tikungan.
6. Erosi internal (*internal of subsurface erosion*) adalah proses terangkutnya partikel-partikel tanah ke bawah masuk ke celah-celah atau pori-pori akibat adanya aliran bawah permukaan.
7. Tanah longsor (*land slide*) merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah yang terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar.



Gambar 2.2. Skema Proses Terjadinya Erosi

Sumber: Suripin, 2004

Hasil nilai erosi dapat dikategorikan berdasarkan banyaknya angkutan yang terbawa. Kategori ini dinamakan kelas bahaya erosi yang terdiri dari lima kategori. Kelas bahaya erosi disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2.2. Kelas Bahaya Erosi

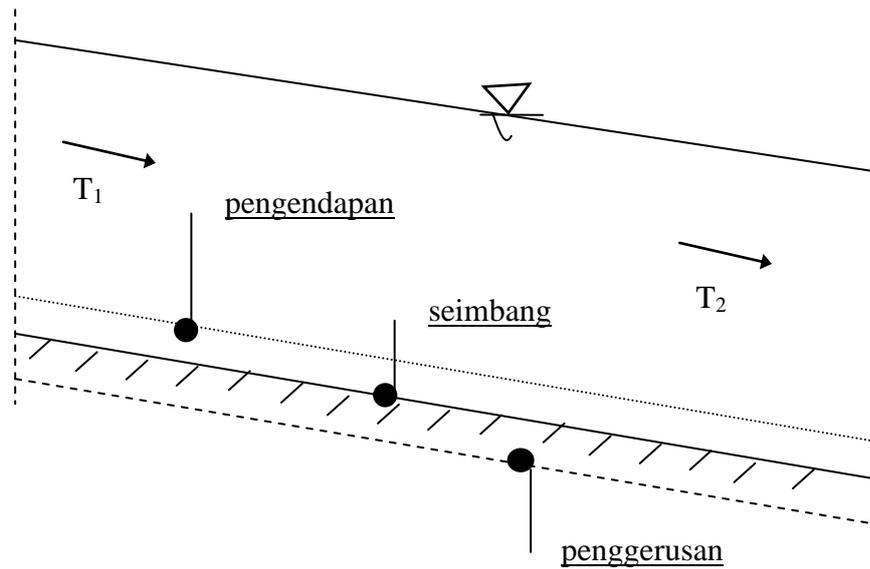
Kelas	Bahaya Erosi	ton/ha/th	mm/tahun
I	Sangat Ringan	< 1,75	< 0,1
II	Ringan	1,75 – 17,50	0,1 – 1,0
III	Sedang	17,50 – 46,25	1,0 – 2,5
IV	Berat	46,25 – 92,50	2,5 – 5,0
V	Sangat Berat	> 92,50	> 5,0

Sumber: Suripin, 2004

E. Sedimentasi

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk, dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral, atau material organik yang ditransforkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2007).

Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang ditransforkan oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (*sand dunes*) yang terdapat di gurun dan di tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin. Proses tersebut terjadi terus menerus, seperti batuan hasil pelapukan secara berangsur diangkut ke tempat lain oleh tenaga air, angin, dan gletser (Asdak, 1995).



Gambar 2.3. Angkutan Sedimen Pada Penampang Memanjang Sungai

Sumber: Asdak, 1995

Faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi adalah :

1. Jumlah dan intensitas hujan

Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat mungkin juga hanya menyebabkan sedikit erosi karena jumlahnya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujankeduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi dan mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang tinggi juga.

2. Formasi geologi dan jenis tanah

Tanah yang mempunyai nilai erodibilitas tinggi berarti tanah tersebut peka atau mudah tererosi, sebaliknya tanah dengan erodibilitas rendah berarti tanah tersebut resisten atau tahan terhadap erosi.

3. Tataguna lahan

Dengan adanya penggunaan lahan, seperti penanaman tanaman di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) maka akan meningkatkan cadangan air tanah dan mengurangi aliran permukaan. Sebaliknya, apabila pada DAS dengan tataguna lahannya terganggu atau rusak, maka akan mengurangi kapasitas infiltrasi, sehingga dengan demikian aliran permukaan akan

meningkat dan dapat menimbulkan erosi yang menyebabkan adanya sedimentasi.

4. Erosi di bagian hulu

Erosi merupakan faktor yang mempengaruhi sedimentasi karena sedimentasi merupakan akibat lanjut dari erosi itu sendiri.

5. Topografi

Tampakan rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, kerapatan parit atau saluran dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada sedimentasi.

F. Metode MUSLE

Pemodelan hidrologi sudah diterapkan sejak lama. Prediksi debit maksimum (metode rasional) yang berdasarkan pada curah hujan, luas DAS, dan karakteristik daerah aliran sungai telah diperkenalkan pada tahun 1850 oleh Mulvaney, Crawford dan Linsley (dalam Murtiono, 2008:160) memperkenalkan model *Stanford* untuk memprediksi “*streamflow*” dan sedimen dari DAS.

Secara alamiah tidak semua besaran peubah sistem dalam proses hidrologi dapat diukur secara langsung di lapangan (Setyowati, 1996:37). Penelitian ini besaran peubah sistem sebagian diperoleh dari hasil pengukuran, sebagian lagi dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus empiris.

Model prediksi kehilangan tanah akibat erosi yang banyak digunakan yakni model yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) dalam (Gunendro, 1996:15). Model ini lebih dikenal dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Model USLE sebenarnya cocok untuk diterapkan pada petak-petak pertanian yang homogen dan tidak mempunyai kemiringan lereng yang curam. Model ini dikembangkan untuk menghitung laju erosi tahunan khususnya erosi lembar dan erosi alur. Namun William (1982) telah memodifikasi model tersebut yang ditujukan untuk menghitung hasil sedimen yang keluar dari DAS yang disebabkan oleh kejadian hujan (*storm*). Model ini disebut dengan MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*).

Metode perhitungan debit sedimen yang keluar dari daerah tangkapan air dihitung secara tidak langsung berdasarkan lengkung debit sedimen. Besarnya

jumlah sedimen di cathment area diasumsikan sebagai DAS yang dapat diketahui pada setiap kejadian hujan. Dalam penelitian ini besarnya sedimen diperhitungkan dengan mempergunakan model MUSLE, untuk mengetahui model tersebut bisa dipergunakan atau tidak di daerah penelitian maka variabel-variabel yang ada pada model harus diuji terlebih dahulu. Analisis data tahap pertama dilakukan dengan menghitung debit sedimen yang ada di DAS, menghitung debit/aliran puncak (Q_p) dan volume aliran permukaan (V_Q) dengan hidrograf aliran. Hasil perhitungan debit sedimen dan KLSCP dibuat persamaan yang menghasilkan konstanta untuk rumus MUSLE, hasil dari perhitungan MUSLE ini disebut sy MUSLE Observasi sebagai pembanding. Hasil perhitungan Q_p dan V_Q dari pendekatan metode rasional dikalikan dengan KLSCP dari rumus MUSLE didapat hasil sedimen, yang disebut sy MUSLE Prediksi.

Metode MUSLE (*Modify Universal Soil Loss Equation*) adalah modifikasi dari metode USLE, yaitu dengan mengganti faktor erosivitas hujan (R) dengan faktor aliran atau limpasan permukaan. Metode MUSLE sudah memperhitungkan baik erosi maupun pergerakan sedimen pada DAS berdasarkan kejadian hujan tunggal (*single event*) (Suripin, 2002).

G. ArcGIS 10.1

ArcGIS adalah perangkat lunak yang dikeluarkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), sebuah perusahaan yang telah lama berkecimpung di dalam bidang geospasial. ArcGIS adalah sebuah platform yang terdiri dari beberapa software yaitu Desktop GIS, Server GIS, Online GIS, ESRI Data, dan Mobile GIS (Raharjo, 2015). Dengan ArcGis, kita dapat memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-explore, menjawab query (baik data spasial maupun non spasial). Produk utama dari ArcGIS adalah ArcGIS desktop. ArcGIS desktop merupakan kumpulan *software (suite)* yang terdiri dari beberapa *software* tersendiri yaitu :

1. ArcMap

ArcMap merupakan *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 (Raharjo, 2015). Menu-menu serta tool-tool pada bidang kerja dan bidang pengelolaan data ArcMap berada di bagian atas. Menu serta tool pada ArcMap antara lain : View, Geoprocessing, Customize, Catalog, ArcToolbox, Editor Toolbar serta tool-tool lain.

2. ArcCatalog

ArcCatalog memiliki fungsi untuk pengelolaan data spasial meliputi input, konversi, dan analisis data. ArcCatalog tidak saja digunakan untuk mengelola data spasial, tetapi juga untuk melakukan analisis data (Raharjo, 2015). ArcCatalog memiliki bagian utama berupa *Catalog Tree (Contents, Preview, dan Description)* yang menampilkan sistematika folder dan file dari data spasial. Untuk menjalankan ArcToolbox, mengeksekusi perintah analisis dan menambahkan data dapat dilakukan dari ArcCatalog. Bagian-bagian ArcCatalog antara lain :

- a. Catalog tree view
- b. Contents panel
- c. Up one level; buka folder induk dari folder aktif
- d. Connect to folders; penting untuk pertama kali menggunakan ArcCatalog untuk membuat koneksi ke folder data
- e. Folder aktif; warna abu-abu pada folder menunjukkan bahwa folder sedang aktif
- f. File Geodatabase
- g. Toolbox
- h. Data raster / image
- i. Shapefile, data vektor
- j. Layer file

3. ArcToolbox

ArcToolbox adalah kumpulan tool (tool, model atau script), toolset dan toolbox untuk analisis menggunakan ArcGIS Desktop. ArcToolbox dapat dijalankan pada ArcMap maupun ArcCatalog. merupakan kumpulan aplikasi

yang berfungsi sebagai tools/perangkat dalam melakukan berbagai macam analisis keruangan pada ArcMap. Tool pada ArcToolbox antara lain :

- a. 3D Analyst Tools
 - b. Analysis Tools
 - c. Cartography Tools
 - d. Conversion Tools
 - e. Data Interoperability Tools
 - f. Data Management Tools
 - g. Data Reviewer Tools
 - h. Editing Tools
 - i. Geocoding Tools
 - j. Geostatistical Analyst Tools
 - k. Linear Referencing Tools
 - l. Multidimension Tools
 - m. Network Analyst Tools
 - n. Parcel Fabric Tools
 - o. Schematics Tools
 - p. Server Tools
 - q. Spatial Analyst Tools
 - r. Spatial Statistic Tools
 - s. Tracking Analyst Tools
 - t. Workflow Manager Tools
4. ArcScene

ArcScene berfungsi untuk visualisasi 3D, yaitu menyajikan tampilan yang perspektif, bernavigasi dan berinteraksi dengan data fitur 3D dan raster. ArcScene menampilkan data spasial secara lokal dengan cakupan tidak terlalu luas dengan visualisasi yang baik.

5. ArcGlobe

Aplikasi ini berfungsi untuk eksplorasi data spasial secara virtual dengan ukuran dan cakupan data yang besar. ArcGlobe dapat menampilkan data spasial dalam perspektif global.