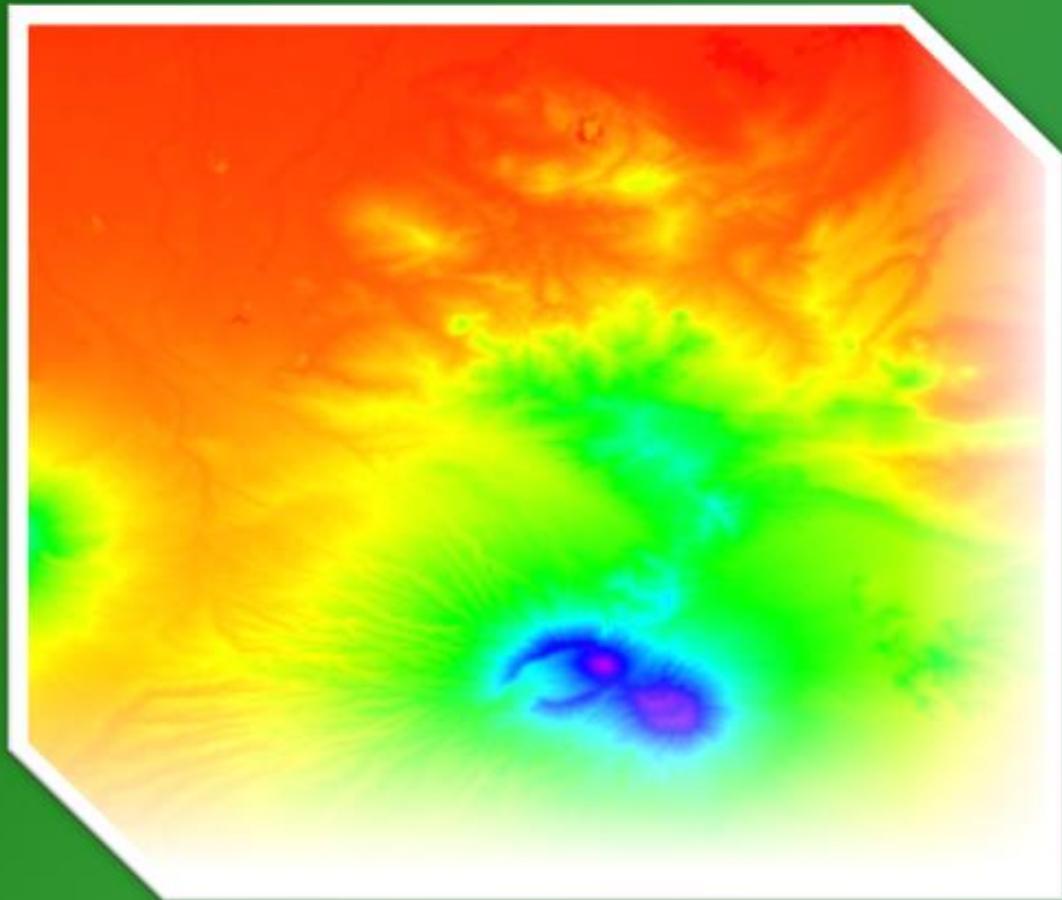


STEP BY STEP MODEL SWAT



YAYAT HIDAYAT



DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN IPB
2023

PENGANTAR

Pemodelan hidrologi dan erosi tanah telah banyak dipelajari oleh mahasiswa sarjana dan pascasarjana terutama pada Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian IPB pada minat konservasi tanah dan air dan pengelolaan DAS (daerah aliran sungai). Pemodelan hidrologi dan erosi tanah juga banyak dipelajari oleh mahasiswa Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Departemen Geofisika dan Agrometeorologi) dan Fakultas Teknologi Pertanian (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan).

Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) merupakan model hidrologi dan erosi berbasis proses dengan pendekatan kontinyu dan telah mempertimbangkan aspek keruangan (spasial) yang saat ini mulai banyak digunakan walaupun pada skala penelitian. Model ini telah mengakomodasikan berbagai variasi keruangan dari karakteristik biofisik wilayah sehingga secara konsep model ini akan memberikan luaran yang lebih baik dari model pendahulunya seperti model USLE. Model ini juga sudah terintegrasi dengan GIS melalui *user interface* ArcSWAT, QSWAT dan WindowSWAT.

Sehubungan dengan perbaikan konsep pendekatan dan integrasinya dengan GIS maka untuk mengoperasionalkan model SWAT perlu pengetahuan yang lebih luas terkait pemodelan konseptual erosi dan sedimentasi, dan perlu keterampilan tambahan untuk mengoperasionalkan SWAT menggunakan user interface. Pada beberapa kasus, beberapa pengguna model mengalami kesulitan menjalankan model SWAT karena terkendala dengan keterampilan GIS. Kasus lainnya, model banyak dijalankan tanpa pemahaman konsep pemodelan hidrologi, erosi dan sedimentasi yang baik.

Penulisan manual menjalankan model SWAT “Step By Step Model SWAT” ditujukan untuk memberikan pemahaman singkat tentang komponen pemodelan dan memberikan arahan (*guidance*) menjalankan model SWAT bagi pemula terutama mahasiswa yang mengambil matakuliah Agrohidrologi (topik pengenalan model hidrologi), matakuliah Konservasi Tanah Tanah dan Air Lanjut (topik model erosi skala DAS), dan matakuliah Pengelolaan DAS (topik aplikasi model dalam pengelolaan DAS).

Tiada gading yang tak retak, semoga tulisan ini bermanfaat.

Bogor, 20 Desember 2023

Penulis,

Yayat Hidayat

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PENDAHULUAN	1
KOMPONEN PENTING PEMODELAN SWAT	3
Kelompok Hidrologi Tanah	3
Bilangan Kurva Aliran Permukaan	4
Seting Kondisi Model	6
Curah Hujan dan Komponen Iklim Lainnya	6
Unit Analisis	8
Parameterisasi Model	8
Kalibrasi dan Validasi	8
STEP BY STEP MENJALANKAN MODEL SWAT	9
Persiapan Data	9
Step by Step	9
Update Parameter	24
DAFTAR PUSTAKA	25

PENDAHULUAN

SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) merupakan model hidrologi dan erosi berskala DAS dikembangkan oleh *USDA Agricultural Research Service* (ARS). Model ini merupakan model kontinyu yang mampu mensimulasikan proses dan kejadian jangka panjang dalam *time step* harian, bulanan dan tahunan. Pengembangan model SWAT ditujukan untuk mengidentifikasi dampak penggunaan dan pengelolaan lahan terhadap aliran permukaan, hasil sedimen dan produksi bahan unsur/senyawa kimia yang dihasilkan dari lahan pertanian pada suatu DAS besar dan kompleks dalam jangka waktu yang panjang, dengan variasi jenis tanah, penggunaan lahan dan kondisi pengelolaan tanaman (Neitsch *et al*, 2011).

Model SWAT bercirikan:

- Model kontinyu, mampu mensimulasikan proses dan kejadian dalam jangka panjang.
- Model berbasis proses fisik (*physically based model*) yang mensimulasikan proses pergerakan air, pergerakan sedimen, pertumbuhan tanaman, siklus hara, erosi tanah, dan proses lainnya terkait aliran permukaan, erosi tanah dan kualitas air.
- Menggunakan data input yang tersedia pada lembaga pemerintah (USA) walaupun ketersediaan data di Indonesia masih cukup terbatas.
- Perhitungan yang efisien: simulasi DAS yang sangat besar atau simulasi beragam pengelolaan dapat dilakukan dengan biaya yang relative murah.

Untuk meningkatkan efisiensi perhitungan, model SWAT membagi DAS (Daerah Aliran Sungai) kedalam beberapa Sub DAS. Penggunaan Sub DAS dalam simulasi memberikan manfaat yang jelas ketika area yang berbeda dalam DAS didominasi oleh penggunaan lahan dan jenis tanah yang mempunyai sifat yang berbeda dalam memberikan dampak terhadap hidrologi. Input untuk setiap Sub DAS dapat dikelompokkan kedalam katagori: iklim, hydrologic response unit (HRU), kolam/lahan basah, air bawah tanah, saluran utama, dan drainase Sub DAS. HRU adalah unit lahan terkecil yang homogen di dalam Sub DAS yang mempunyai tutupan lahan, jenis tanah dan pengelolaan yang unik atau kombinasinya.

Simulasi hidrologi model SWAT dapat dibedakan kedalam 2 komponen utama yaitu siklus hidrologi pada fase lahan dan siklus hidrologi fase routing (lahan dan saluran/sungai). Siklus hidrologi fase lahan mengendalikan jumlah air, sedimen, unsur hara dan pestisida yang masuk kedalam saluran utama pada setiap Sub DAS. Siklus

hidrologi fase routing dapat didefinisikan sebagai pergerakan air, sedimen, dlsb melalui jaringan saluran DAS menuju outlet DAS.

Model SWAT biasanya digunakan sebagai alat bantuan pengambil kebijakan teknis dalam suatu perencanaan dan atau monitoring/evaluasi kegiatan. Penggunaan model SWAT saat ini lebih berorientasi untuk memprediksi debit aliran sungai pada suatu wilayah DAS, karena debit aliran sungai di Indonesia masih sulit diperoleh terutama pada wilayah-wilayah DAS yang belum terinstrumentasi dengan peralatan hidrologi. Penggunaan model untuk aspek kualitas air masih jarang lakukan, karena terbatasnya data-data kualitas air untuk proses validasi. Kompleksitas model SWAT juga menyebabkan sebagian besar penggunaan model SWAT terbatas pada skala penelitian.

Tujuan penulisan adalah menyediakan manual teknis operasional model SWAT yang mudah dipahami oleh mahasiswa program sarjana dan pascasarjana serta pengguna pemodelan lainnya pada level pemodelan dasar.

KOMPONEN PENTING PEMODELAN SWAT

Kelompok Hidrologi Tanah

Kelompok hidrologi tanah (KHT) adalah pendekatan yang menggolongkan tanah berdasarkan aspek hidrologi tanah dan potensi aliran permukaan yang dihasilkan. Tanah dengan potensi aliran permukaan terendah dikelompokkan ke dalam KHT A dan sebaliknya tanah dengan potensi aliran permukaan yang tinggi dikelompokkan sebagai KHT D. (McCuen, 1998). Potensi aliran permukaan sangat ditentukan oleh karakteristik fisik tanah yang meliputi tekstur tanah, kedalaman solum, struktur dan kemantapan agregat serta permeabilitas tanah. Tanah yang lebih porus dan mempunyai solum tanah yang relatif dalam mempunyai potensi aliran permukaan yang rendah. Sebaliknya potensi aliran permukaan semakin besar dengan semakin dangkalnya kedalaman solum tanah dan semakin padatnya lapisan tanah. Karakteristik tanah dan potensi aliran permukaan masing-masing kelompok hidrologi tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Hidrologi Tanah (KHT)

KHT	Deskripsi
A	Potensi aliran permukaan rendah: meliputi tanah bertekstur pasir dan lempung bersolum dalam, atau bertekstur debu yang beragregat baik, permeabilitas cepat (dengan laju infiltrasi minimum: 7,62 - 11,43 mm/jam)
B	Potensi aliran permukaan agak rendah: seperti pada kelompok A tetapi bersolum dangkal, mempunyai permeabilitas sedang - tinggi (dengan laju infiltrasi minimum: 3,81 - 7,62 mm/jam)
C	Potensi aliran permukaan agak tinggi: meliputi tanah bertekstur lempung berliat, lempung berpasir dengan solum dangkal, tanah dengan kandungan bahan organik rendah dan tanah dengan kandungan liat tinggi, dengan permeabilitas rendah (laju infiltrasi minimum: 1,27 - 3,81 mm/jam)
D	Potensi aliran permukaan tinggi: meliputi tanah berkadar liat tinggi yang mudah mengembang ketika basah, tanah yang mempunyai lapisan impermeable dekat permukaan atau tanah salin tertentu (laju infiltrasi minimum 0 - 1,27 mm/jam)

Penetapan KHT seyogyanya dilakukan secara seksama karena akan sangat berpengaruh terhadap perhitungan model lainnya terutama terkait dengan bilangan kurva aliran permukaan (*runoff curve number*).

Bilangan Kurva Aliran Permukaan

Bilangan kurva aliran permukaan (BKAP) adalah indeks yang dikembangkan untuk menunjukkan rangkaian pengaruh kelompok hidrologi tanah, penggunaan lahan dan tingkat perlakuan yang diberikan pada suatu lahan. Secara implisit BKAP adalah indeks yang digunakan untuk menunjukkan bagian curah hujan yang berubah menjadi aliran permukaan setelah terjadi kehilangan akibat evapotranspirasi, absorpsi air oleh partikel tanah, serta simpanan retensi dan depresi dipermukaan tanah. Semakin tinggi nilai BKAP maka semakin tinggi potensi aliran permukaan yang terjadi.

Nilai BKAP model SWAT ditentukan dan diinput untuk setiap jenis penggunaan lahan karena penghitungan dalam model ini menggunakan pendekatan HRU (Hydrology Response Unit). Nilai BKAP berbagai penggunaan lahan, perlakuan dan kondisi hidrologi pada kondisi kandungan air tanah awal rata-rata (kondisi II) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bilangan kurva aliran permukaan (BKAT) (Kondisi II dan $I_a = 0.2 S$) (Mc. Cuen, 1998)

Penggunaan Lahan		BKAP			
		A	B	C	D
Wilayah urban area yang sangat berkembang:					
Halaman rumput, tempat terbuka, taman, lapangan golf, makam dll					
▪ Kondisi baik: penutupan rumput > 75%		39	61	74	80
▪ Kondisi sedang: penutupan rumput 50% - 75%		49	69	79	84
▪ Kondisi buruk: penutupan rumput < 50%		68	79	86	89
Tempat parkir diaspal, atap, jalan aspal dll (1)		98	98	98	98
Jalan umum:					
▪ Beraspal dengan saluran pembuangan air		98	98	98	98
▪ Kerikil		76	85	89	91
▪ Tanah		72	82	87	99
▪ Beraspal dengan saluran terbuka		83	89	92	93
% bagian kedap (2)					
Daerah perdagangan dan pertokoan		85	89	92	94
Daerah industri		72	81	88	91
Barisan rumah atau pemukiman dengan lorong 1/8 acre		65	77	85	90
Pemukiman dengan ukuran kapling (3):					
▪ ¼ acre		38	61	75	83
▪ ½ acre		30	57	72	81
▪ 1 acre		25	54	70	85
▪ 2 acre					
Daerah urban yang sedang dibangun (baru diratakan dan dipadatkan)			77	86	91
Western desert Urban area					
▪ Natural desert landscaping			63	77	85
▪ Artificial desert landscaping			96	96	96
Lahan pertanian yang diusahakan:		Kondisi hidrologi			
▪ bera	Menurut lereng atau bera	77	86	91	94
	Pengolahan tanah konservasi	buruk	76	85	90
	Pengolahan tanah konservasi	baik	74	83	88
Lahan pertanian yang diusahakan:					

Penggunaan Lahan			BKAP			
			A	B	C	D
▪ tanaman dalam baris	Menurut lereng	buruk	72	81	88	91
	Menurut lereng	baik	67	78	85	89
	Pengolahan tanah konservasi	buruk	71	80	87	90
	Pengolahan tanah konservasi	baik	64	75	82	85
	Menurut kontur	buruk	70	79	84	88
	Menurut kontur	baik	65	75	82	86
	Menurut kontur dan pengolahan tanah konservasi	buruk	69	78	83	87
	Menurut kontur dan teras	buruk	66	74	80	82
	Menurut kontur dan teras	baik	62	71	78	81
	Menurut kontur, teras dan pengolahan tanah konservasi	buruk	65	73	79	81
		baik	61	70	77	80
	▪ padi-padian	Menurut lereng	buruk	65	76	84
Menurut lereng		baik	63	75	83	87
Pengolahan tanah konservasi		buruk	64	75	83	87
Pengolahan tanah konservasi		baik	60	72	80	84
Menurut kontur		buruk	63	74	82	85
Menurut kontur		baik	61	73	81	84
Menurut kontur dan pengolahan tanah konservasi		buruk	62	73	81	84
Tanah konservasi		baik	60	72	80	83
	Menurut kontur dan teras	buruk	61	72	79	82
	Menurut kontur dan teras	baik	59	70	78	81
	Menurut kontur, teras dan	buruk	60	71	78	81
▪ Leguminosa ditanam rapat, rotasi dan padang rumput (4)	Menurut lereng	buruk	66	77	85	89
	pengolahan tanah konservasi	baik	58	69	77	80
	Menurut lereng	baik	58	72	81	85
	Menurut kontur	buruk	64	75	83	85
	Menurut kontur	baik	55	69	78	83
	Menurut kontur dan teras	buruk	63	73	80	83
	Menurut kontur dan teras	baik	51	67	76	80
Lahan pertanian tidak diusahakan:						
▪ Padang rumput gembalaan	Tanpa perlakuan mesin	buruk	68	79	86	89
	Tanpa perlakuan mesin	sedang	49	69	79	84
	Tanpa perlakuan mesin	baik	39	61	74	80
	Menurut kontur	buruk	47	67	81	88
	Menurut kontur	sedang	25	59	75	83
	Menurut kontur	baik	6	35	70	79
Padang rumput			30	58	71	78
Lahan hutan-rumput-tanaman buah-buahan		buruk	55	73	82	86
		sedang	44	65	76	82
		baik	32	58	72	79
Semak		buruk	48	67	77	83
		sedang	35	56	70	77
		baik	30	48	65	73
Hutan		buruk	45	66	77	83
		sedang	36	60	73	79
		baik	25	55	70	77

Keterangan:

- (1) di bagian yang lebih panas BKAT 95 dapat digunakan
- (2) Areal sisa yang tidak kedap air dianggap berada sebagai rumput yang baik

- (3) BKAT dihitung berdasarkan asumsi bahwa aliran permukaan dari rumah dan jalan masuk diarahkan ke jalan umum dengan sejumlah minimum air dari atap diarahkan ke halaman berumput di mana infiltrasi terjadi.
- (4) dalam barisan rapat atau disebar

Penetapan nilai BKAP untuk masukan model SWAT mengikuti tabel diatas, sebagai ilustrasi, BKAP hutan dengan kerapatan vegetasi baik pada kelompok hidrologi tanah B adalah 55, sedangkan untuk kelompok hidrologi C meningkat menjadi 70. Bila penutupan lahan tersebut menjadi buruk maka bilangan kurvanya menjadi 66 untuk kelompok hidrologi B dan 77 untuk kelompok C. Selain itu, penetapan BKAP sebaiknya dijustifikasi dengan kondisi lapang, karena nilai-nilai BKAP yang disajikan pada tabel diatas dibangun berdasarkan kondisi biofisik lahan pada kondisi iklim sedang, yang tentunya berbeda dengan kondisi lahan pada daerah tropika basah.

Seting Kondisi Model

Model SWAT dijalankan pada kondisi AMC (antecedent soil moisture condition) II yaitu kondisi rata-rata (lembab), sehingga jika model SWAT hanya dijalankan pada kondisi kering saja atau kondisi basah saja, maka deviasinya juga cukup besar. Model SWAT juga membutuhkan proses *warming up* untuk seting parameter dan kondisi tanah dan hidrologi sesuai dengan kondisi lapang.

Secara default model SWAT hanya memprediksi TSS (total suspended solid) dengan nilai-nilai default untuk beberapa parameter hidrologi lainnya. Jika ingin mendapatkan output yang lain dan menyesuaikan kondisi lapang beberapa komponen yang perlu disesuaikan diantaranya adalah: perhitungan rainfall-runoff, perhitungan kelembaban tanah/perhitungan evapotranspirasi, crack flow, surlag, channel routing, channel degradation, stream water quality, dan routing pestisida/bahan kimia.

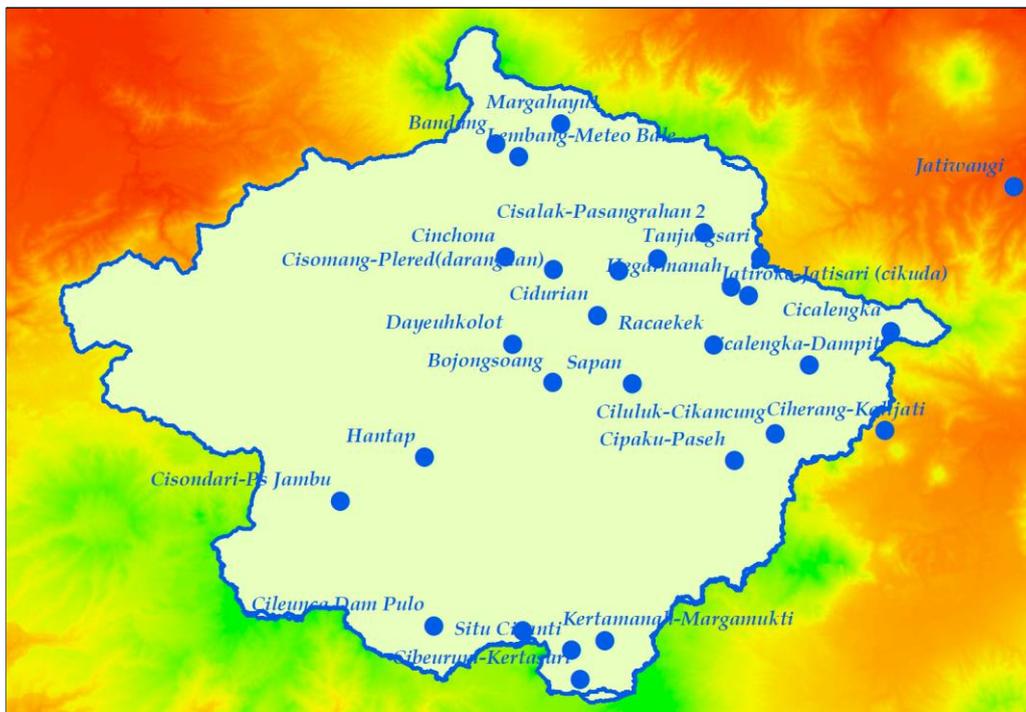
Curah Hujan dan Komponen Iklim Lainnya

Curah hujan merupakan input model SWAT yang paling rendah resolusinya, karena dalam 1 wilayah DAS (terutama di luar P. Jawa) biasanya tidak lebih dari 4 stasiun hujan yang digunakan untuk suatu wilayah DAS yang besar (mungkin ratusan ribu hektar). Curah hujan beserta data iklim lainnya diinput dengan file text (.txt) dan data basenya diupload kedalam data base WGN-user. Jika terdapat banyak penakar hujan seperti di

P. Jawa maka data hujan yang diinput seyogyanya dipilih, artinya tidak seluruh stasiun hujan diinput kedalam model SWAT.

Sebagai ilustrasi disekitar DAS Citarum Hulu terdapat 29 penakar hujan (Gambar 1), stasiun hujan yang diinput kedalam model SWAT sebaiknya dipilih berdasarkan:

- Konsistensi data hujan dari tahun ke tahun menggunakan analisis kurva masa ganda. Jika data tidak konsisten, sebaiknya tidak diinput kedalam model SWAT.
- Korelasinya dengan debit aliran sungai (jika pada DAS tersebut sudah ada SPAS). Banyak data hujan yang kadangkala tidak ada kaitannya dengan data debit aliran sungai (karena berbagai alasan pengamatan data tidak dilakukan konsisten oleh petugas pengukur curah hujan).
- Kelengkapan data, jika banyak data yang bolong sebaiknya tidak digunakan walaupun model SWAT sudah menyediakan fasilitas untuk estimasi data hujan yang bolong-bolong.



Gambar 1. Stasiun hujan yang terdapat di DAS Citarum Hulu.

Unit Analisis

Unit analisis model SWAT menggunakan pendekatan *HRU (Hydrology Response Unit)*. *HRU* adalah unit lahan terkecil (lanskap terkecil) yang mempunyai respon hidrologi yang sama dengan karakteristik tanah, vegetasi dan topografi yang sama. Dalam pembentukan HRU dan sistem jaringan sungai diperlukan luasan minimal. Semakin besar luas minimal yang digunakan maka semakin rendah ketelitian yang diperoleh dari perhitungan model SWAT. Demikian juga ketika akan mendefinisikan HRU sebaiknya tidak digunakan threshold persentasi luas yang digunakan. Dengan kata lain seluruh karakteristik DAS dimasukan kedalam perhitungan model SWAT.

Parameterisasi Model

Parameterisasi model merupakan langkah kritis dalam setiap pemodelan tak terkecuali untuk model SWAT. Dalam pemodelan berlaku *garbage in garbage out*, sehingga jika parameter input model diambil dari kotak sampah, maka keluaran modelnya juga adalah sampah. Betapa pentingnya data primer yang representatif dalam pemodelan, sehingga dalam pemodelan berlaku fatwa 1 buah data primer lebih berharga dari 1000 buah data sekunder.

Kalibrasi dan Validasi

Kalibrasi adalah proses justifikasi ilmiah nilai-nilai parameter yang mampu merepresentasikan kondisi lapang, sedangkan validasi ditujukan untuk menguji konsistensi model yang telah terkalibrasi dalam menghasilkan suatu keluaran (output) misalnya debit aliran sungai. Dalam proses kalibrasi diperlukan pemahaman mendalam terhadap proses alam dan proses yang disimulasikan dalam model, sehingga proses kalibrasi dapat dilakukan secara bertahap dari proses satu ke proses lainnya. Kalibrasi dan validasi dapat dilakukan menggunakan software seperti SWAT Cup atau software lainnya. Kalibrasi menggunakan software merupakan proses pengepasan output model dengan data observasi, yang kemudian dikaitkan dengan nilai-nilai parameter yang akan memproduksi out yang sejalan dengan data observasi. Proses kalibrasi dengan software dapat dilakukan lebih cepat tetapi nilai-nilai parameter yang dikeluarkan belum tentu sejalan dengan justifikasi ilmiah atas pemodelan yang dilakukan.

STEP BY STEP MENJALANKAN MODEL SWAT

Persiapan Data

Data yang perlu disiapkan terdiri dari:

- DEM (digital elevation model) dapat didownload di USGS atau WebGIS Indonesia (DemNas 8 m).
- Peta penggunaan lahan, dapat diinterpretasi dari citra resolusi tinggi (SPOT 6 atau citra lainnya) yang kemudian dikonversi kedalam bentuk raster.
- Peta tanah, diperoleh dari pusat penelitian tanah atau instansi lainnya dikonversi kedalam bentuk raster.
- Data iklim (curah hujan, temperatur maksimu/minimum, kelembaban udara, radiasi matahari dan kecepatan angin) dsajikan dalam bentuk file text.
- Karakteristik DAS lainnya yang diperlukan dalam pemodelan.

Step By Step

SWAT, STEP BY STEP

Name	Date modified	Type	Size
1	3/31/2022 11:21 AM	File folder	
dem_utm	3/30/2022 11:18 PM	File folder	
dem_utm_fil	3/30/2022 11:18 PM	File folder	
info	3/30/2022 11:18 PM	File folder	
landuse	3/30/2022 11:18 PM	File folder	
Latihan	4/3/2022 2:28 PM	File folder	
soil	3/30/2022 11:18 PM	File folder	
Teks_2	3/31/2022 12:05 AM	File folder	
dem_utm.aux.xml	11/19/2015 7:30 AM	XML Document	1 KB
dem_utm.ovr	11/19/2015 7:29 AM	OVR File	160 KB
dem_utm_fil.aux.xml	11/19/2015 7:30 AM	XML Document	2 KB
landuse.aux	11/19/2015 10:09 AM	AUX File	5 KB
landuse_utm.dbf	11/19/2015 10:08 AM	DBF File	3 KB
landuse_utm.prj	11/19/2015 8:49 AM	PRJ File	1 KB
landuse_utm.sbn	11/19/2015 10:08 AM	SBN File	1 KB
landuse_utm.sbx	11/19/2015 10:08 AM	SBX File	1 KB
landuse_utm.shp	11/19/2015 10:08 AM	SHP File	92 KB
landuse_utm.shp.xml	11/19/2015 9:21 AM	XML Document	53 KB
landuse_utm.shx	11/19/2015 10:08 AM	SHX File	1 KB
log	11/19/2015 10:10 AM	File	1 KB
soil.aux	11/19/2015 10:10 AM	AUX File	5 KB

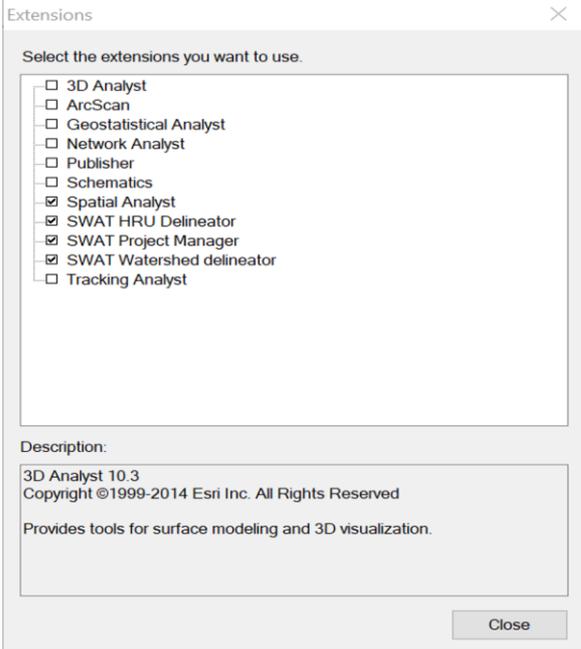
PENYIPAN KERJA

1. Buat folder untuk menyimpan file kerja/pengolahan SWAT

- Latihan

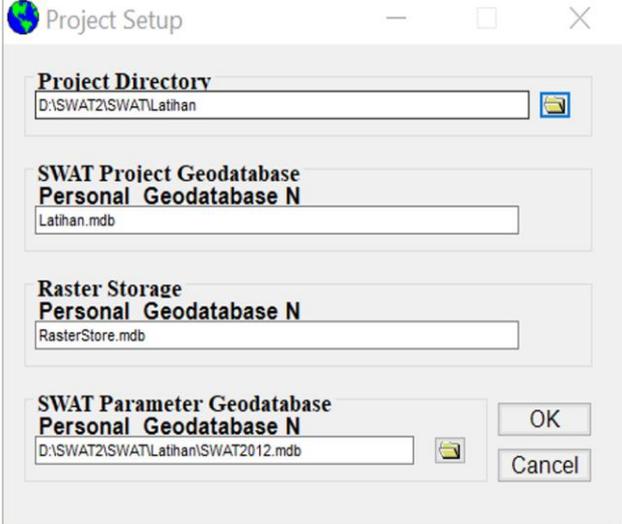
SETTING EXTENSION ARCGIS

2. Buka extension ArcGis, dan centang seperti gambar



SWAT PROJECT SET UP

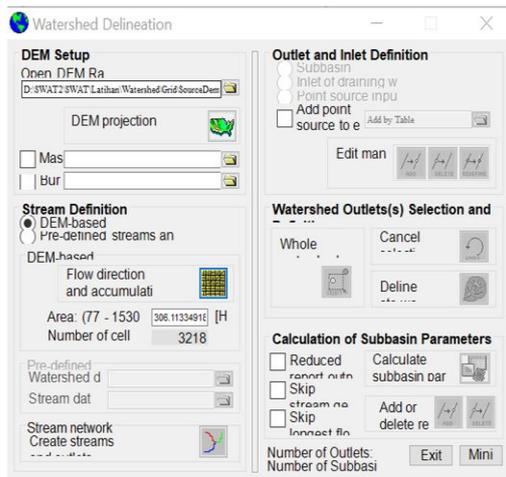
3. SWAT Project set up: klik New SWAT Project, dan pilih folder yang sudah dibuat, dan klik OK



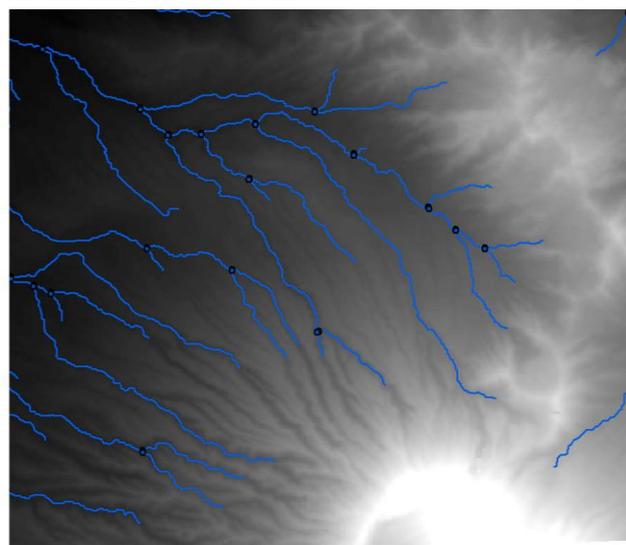
4. WATERSHED DELINIATOR



1. Automatic watershed delineation
2. Pilih Dem yang akan digunakan: DEM UTM Fill
3. Dem projection: vertical: meter
4. Jika diperlukan: infut file mas → batas area deliniasi dan file burn (biasanya sungai) → untuk membuat jaringan drainase seperti dialam
5. Klik Flow direction and Flow accumulation



4. WATERSHED DELINIATOR



6. Klik creat stream (dengan threshold default)
Threshlod bisa disesuaikan dengan tingkat kedetilan analisis yang akan dilakukan

4. WATERSHED DELINIATOR

7. Outlet and inlet definition

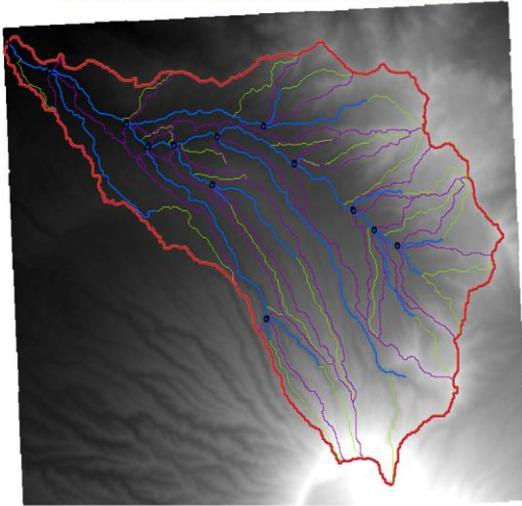
- o Edit manual

4. WATERSHED DELINIATOR

8. Watershed outlet selection: klik lingkaran merah

9. Klik calculate sub basin parameter

4. WATERSHED DELINIATOR



File Edit Format View Help

WATERSHED DELINIATION REPORT

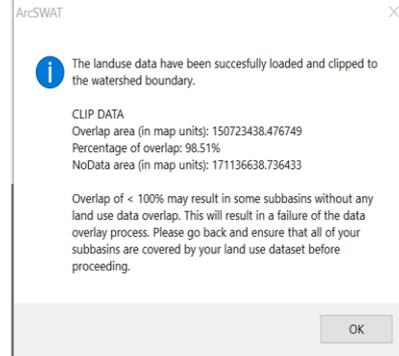
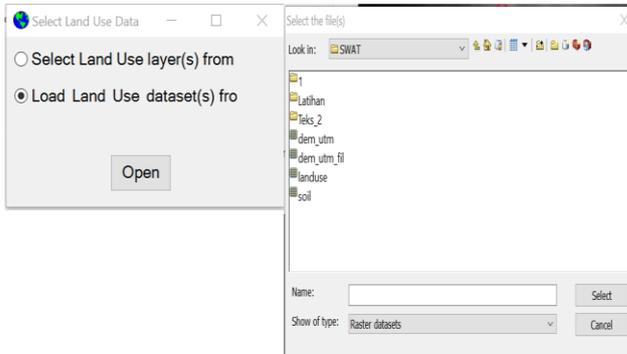
Elevation report for the watershed 1/1/0001 2:47:11 PM 4/3/2022 12:00:00 AM

Statistics:: All elevations reported in meters

Min. Elevation: 313
 Max. Elevation: 2984
 Mean. Elevation: 1042.01215933957
 Std. Deviation: 430.133958591264

Elevation	% Area Below Elevation	% Area Watershed
313	0	0
314	.01	.01
315	.02	.01
316	.03	.01
317	.04	.01
318	.05	.01
319	.07	.01
320	.07	.01
321	.08	.01
322	.09	.01
323	.1	.01
324	.11	.01
325	.13	.02
326	.13	.01
327	.14	.01
328	.16	.01
329	.17	.01
---	--	--

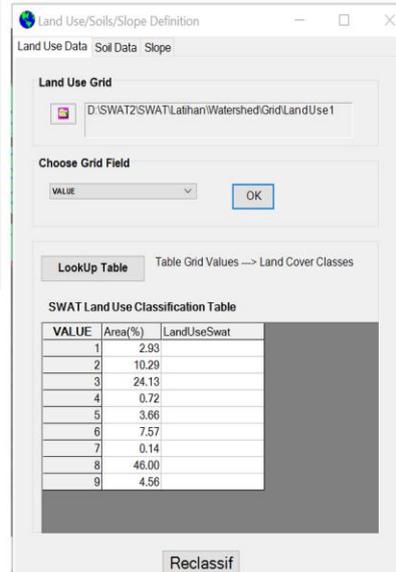
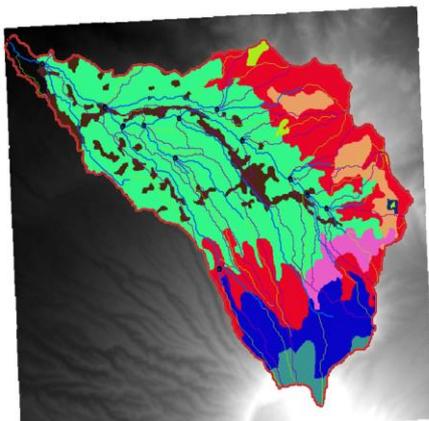
5. HRU ANALYSIS



1. Landuse/soil/slope definition

- **Klik landuse**
- **Load landuse data set → landuse**
- **Overlay area : minimal 90%**

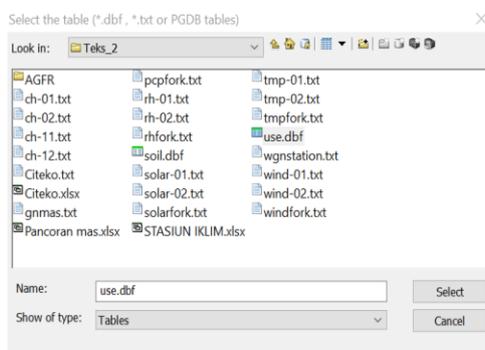
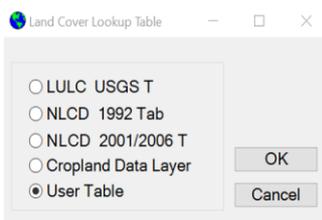
5. HRU ANALYSIS



1. Landuse/soil/slope definition

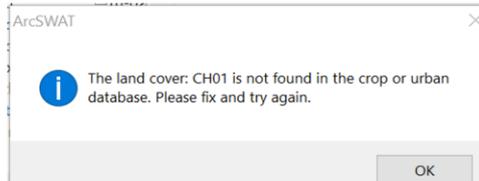
- Pilih value: OK
- Klik lookup table

5. HRU ANALYSIS

| ID | SWAT_ID |
| --- | --- |
| 1 | CH01 |
| 2 | CH02 |
| 3 | CH03 |
| 4 | CH04 |
| 5 | CH05 |
| 6 | CH06 |
| 7 | CH07 |
| 8 | CH08 |
| 9 | CH09 |

1. Landuse/soil/slope definition

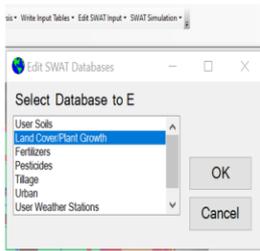
- Pilih user table
- Pilih use.dbf



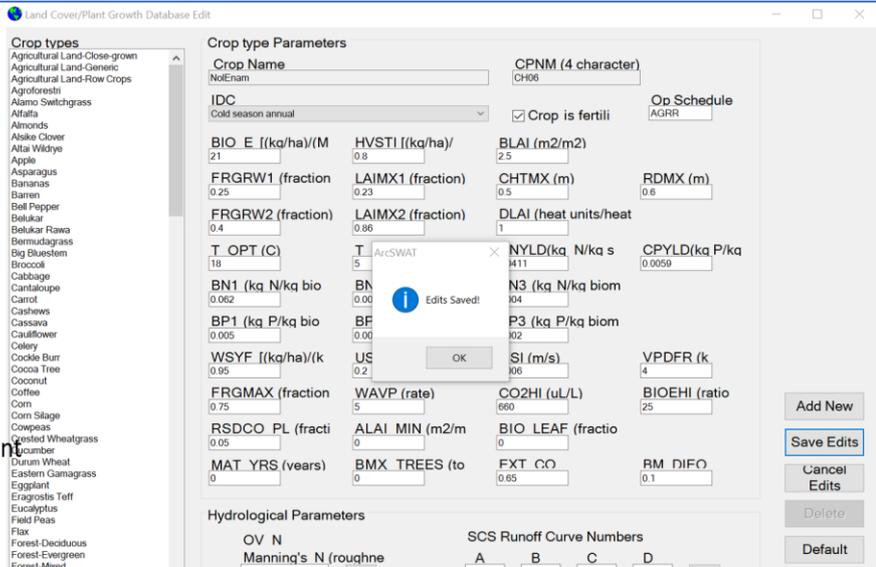
Data base land use belum ada dalam SWAT

Dalam use.dbf: ada 7 landuse → akan diinput melalui edit SWAT input, atau bisa diinput by access data base

5. HRU ANALYSIS

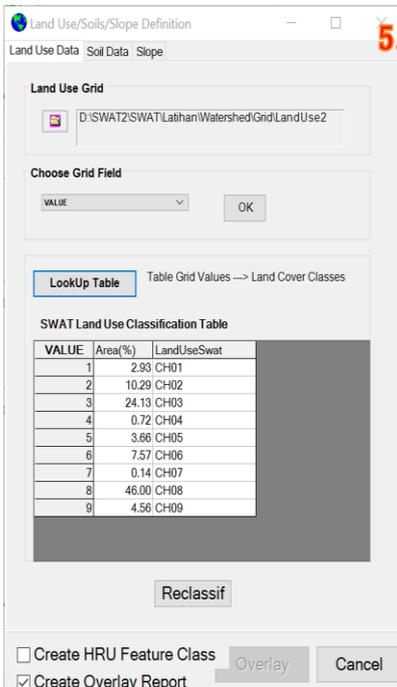


2. Klik edit SWAT input
 - Pilih data base
 - Pilih land cover/plan growth



Dalam Latihan ini akan digunakan data dummy yang diambil dari database SWAT → data dummy akan diganti dengan data sebenarnya jika SWAT sudah jalan

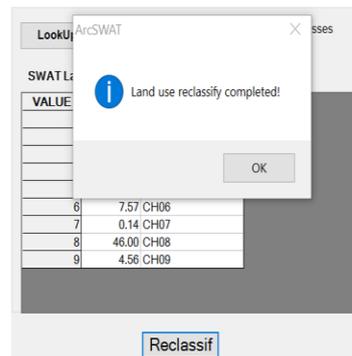
- Pilih salah satu cop type → Agricultural Land Close Growth → klik Add New → Rename CPNM misalnya CH06 → Save edit → lakukan untuk 9 landuse spt pada use.dbf



5. HRU ANALYSIS

2. Kembali ke Langkah 1

- Pilih value → OK
- Klik lookup table → use.dbf
- Reclassify



5. HRU ANALYSIS

Hal yang sama dilakukan untuk data soil

- Pilih salah user soil → ADAMS → klik Add New → Rename SNAM misalnya CL01 → Save edit → lakukan untuk 31 soil spt pada soil.dbf

5. HRU ANALYSIS

Data base soil yang sudah terinput

5. HRU ANALYSIS

Kembali ke Landuse/Soil/Solpe definition

- [Klik soil](#)
- [Pilih Load Soil data set](#) → open

5. HRU ANALYSIS

VALUE	Area(%)	Name
1	1.57	
2	0.21	
3	1.08	
4	8.10	
5	2.19	
6	0.63	
7	0.29	

- [Pilih value](#)
- [Pilih user soil](#)
- [Klik lookup table](#)
- [Pilih soil.dbf](#)
- [Reclassif](#)

5. HRU ANALYSIS

Land Use/Soils/Slope Definition

Land Use Data | Soil Data | Slope

Slope Discretization

Single Slope Watershe Min 0.0 Mea 26.

Multiple Slope Watershe Min 0.0 Mea 26.

Slope Classes

Number of Slope Cl 5

Current Slope Clas 1 Class Upper Limi 3 Ad

SWAT Slope Classification Table

Class	> Lower Limit	<= Upper Limit
1	0	3
2	3	9999
3	0	9999
4	0	9999
5	0	9999

Reclassif

Land Use/Soils/Slope Definition

Land Use Data | Soil Data | Slope

Slope Discretization

Single Slope Watershe Min 0.0 Mea 26.

Multiple Slope Watershe Min 0.0 Mea 26.

Slope Classes

Number of Slope Cl 5

Current Slope Clas 4 Class Upper Limi 25 Ad

SWAT Slope Classification Table

Class	> Lower Limit	<= Upper Limit
1	0	3
2	3	8
3	8	15
4	15	25
5	25	9999

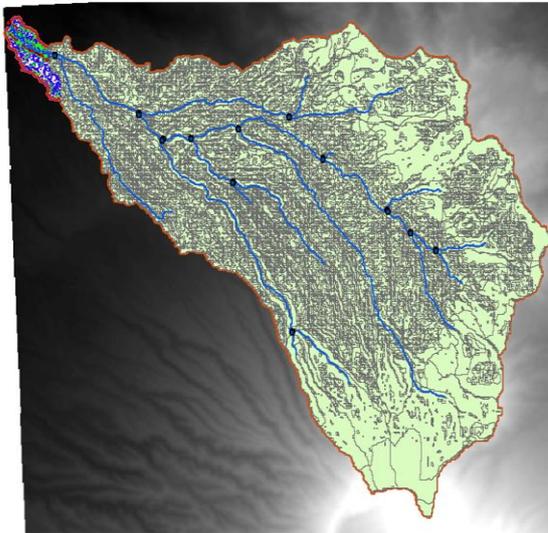
Reclassif

Create HRU Feature Class Overlay

Create Overlay Report Cancel

- Pilih slope
- Pilih multiple slope
- Slope classes : 5
 - 1 → 3 Add
 - 2 → 8 Add
 - 3 → 15 Add
 - 4 → 25 Add
- Reclassify
- Centang Creat HRU Feature Class
- Overlay

5. HRU ANALYSIS



HRU definitions: Agar SWAT memodelkan DAS dengan sempurna: semua threshold diisi 0 (no) → HRU yang terbentuk banyak

- Create HRU

HRU Definition

HRU Thresholds | Land Use Refinement (Optional) | Elevation Bands

HRU Definition

Dominant Land Use, Soils

Dominant HRU

Target Number of HRU

Multiple HRUs

Threshold

Percenta

Are

Target # HR 0

Land use percentage (%) over subbasin area

0 %

0 101

Soil class percentage (%) over land use area

0 %

0 100

Slope class percentage (%) over soil area

0 %

0 100

Write HRU Report Create HRUs Cancel

5. HRU ANALYSIS : HRU Report

SWAT model simulation Date: 4/3/2022 12:00:00 AM Time: 00:00:00
 MULTIPLE HRUs LandUse/Soil/Slope OPTION THRESHOLDS : 0 / 0 / 0 [%]
 Number of HRUs: 1527
 Number of Subbasins: 25

Watershed	Area [ha]	Area[acres]
	15301.0067	37809.5526

LANDUSE:	Area [ha]	Area[acres]	%Wat.Area
No1Enam --> CH06	1157.6734	2860.6689	7.57
No1delapan --> CH08	7037.8702	17390.9291	46.00
No1tiga --> CH03	3692.6971	9124.8393	24.13
No14 --> CH04	109.7902	271.2971	0.72
No1sembilan --> CH09	698.3313	1725.6116	4.56
No1lima --> CH05	560.6349	1385.3569	3.66
No17 --> CH07	21.1469	52.2551	0.14
No12 --> CH02	1574.5285	3890.7387	10.29
No1 Satu --> CH01	448.3341	1107.8560	2.93

SOILS:	Area [ha]	Area[acres]	%Wat.Area
CL01	240.3411	593.8948	1.57
CL04	1238.5918	3060.6222	8.09
CL12	729.1344	1801.7275	4.77
CL16	27.2303	67.2874	0.18
CL17	146.7732	362.6838	0.96
CL02	31.9618	78.9792	0.21
CL14	192.5432	475.7839	1.26
CL03	165.2164	408.2579	1.08

6. WRITE INPUT TABEL

1. Weather Station

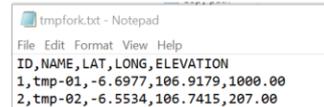
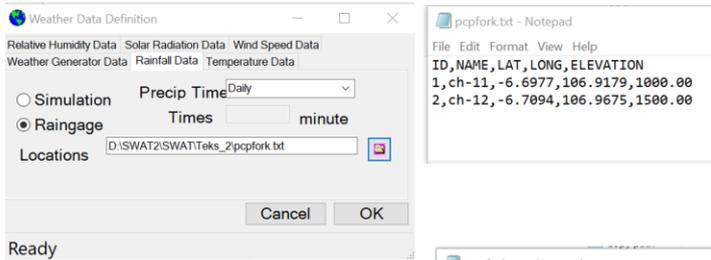
- Location → WGN user → inputkan data Citeko dan Dramaga kedalam data base melalui SWAT 2012.mdb

OBJECTID	STATION	WLATITUDE	WLONGITUD	WELEV	RAIN_YRS	TMPMX1	TMPMX2	TMPMX3	TMPMX4
1	Sample	33.65	-95.69	179.8	83	11.9	13.9	18.8	23.6
2	wea62	33.03	-95.92	179.8	10	11.68	13.94	18.82	23.62
4	wea43	33.25	-95.78	179.8	10	11.68	13.94	18.82	23.62
21	wea80	33.45	-95.55	179.8	10	11.68	13.94	18.82	23.62
22	DepatiParbo	-1.816	101.255	1100.5	10	23.3	24.02	23.57	23.24
23	Citeko	-6.698	106.918	1000	10	24.76194	24.79541	25.73903	26.367
24	Darmaga	-6.554	106.742	207	10	29.98622	30.33055	31.4	32.06394

6. WRITE INPUT LABEL

1. Weather Station

- Rainfall data → pilih pcpfork.txt pada file Teks2, File tersebut akan link dengan ch-11 dan ch-12



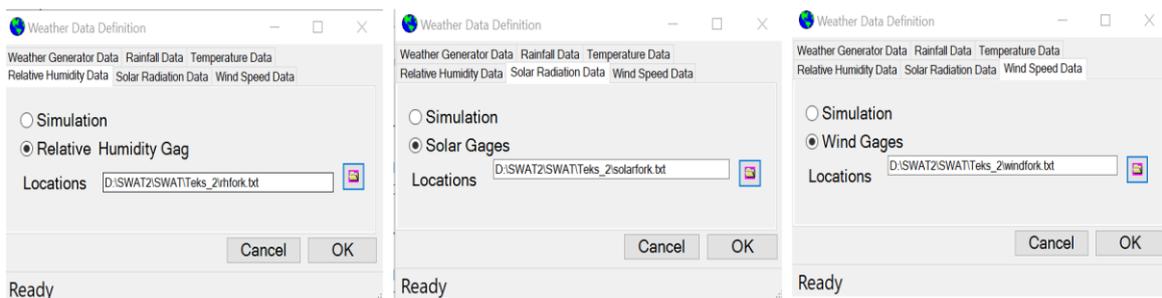
1. Weather Station

- Temperatur data → pilih tmpok.txt pada file Teks2, File tersebut akan link dengan tmp-01 dan tmp-02

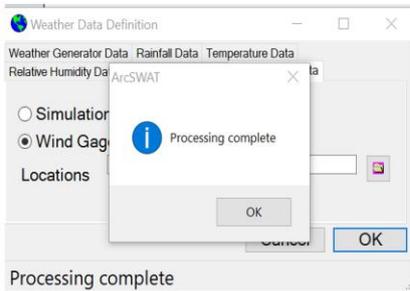
6. WRITE INPUT LABEL

1. Weather Station

- Relatif humidity → pilih rhfork.txt pada file Teks2, File tersebut akan link dengan ch-11 dan ch12
- Solar radiation → solarok
- Windspeed data → windfork
- Klick OK

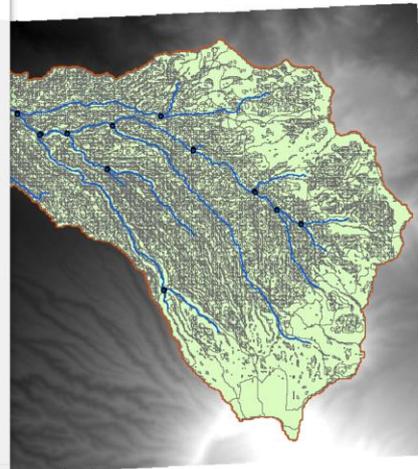
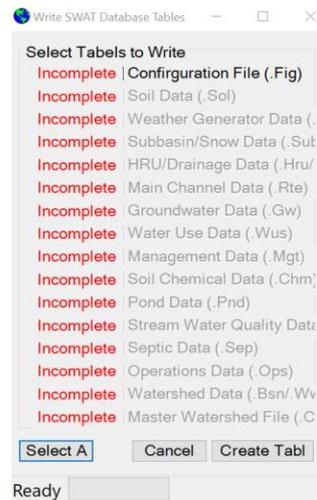


6. WRITE INPUT LABEL



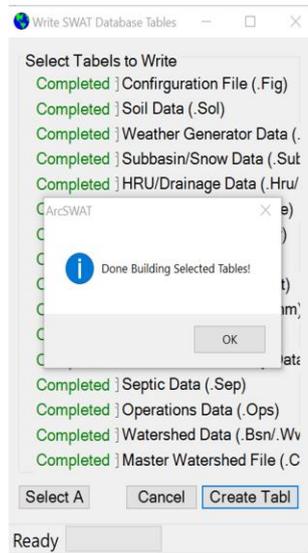
2. Write SWAT input Table

- Select All
- Creat Table
- Jika ada comment untuk sementara klik yes
- Klick OK



Jika proses tidak berhasil, cek comment dan periksa Kembali data-data yang telah diinput, iklim, tanah dan landuse

6. WRITE INPUT LABEL



Jika proses berhasil, muncul completed berwarna hijau

7. SWAT Simulation

- Run SWAT
 - SWAT disimulasikan untuk data 1/1/2014 – 12/31/2014 (satu tahun)
 - Daily
 - Setup SWAT run → OK
 - Run SWAT → Ok
 - Jika tidak berhasil koreksi lagi data input

- Read SWAT Output
 - Centang output file yang diinginkan, misal output.rch
 - Inport file to database
 - Run SWATCheck, untuk melihat informasi singkat terkait proses running yang sudah dilakukan (jika ada gangguan akan ada comment) dan ringkasan data
 - Klik hydrology

7. SWAT Simulation

SWAT Error Checker - Version 1.2.0.10 Released November 6, 2018

Klik landuse summary, dll

Setup Hydrology Sediment Nitrogen Cycle Phosphorus Cycle Plant Growth Landscape Nutrient Losses **Land Use Summary** Instream Processes Point Sources Reservoirs About

Summary By Reported Landuse

LULC	AREA km2	CN	AWC mm	USLE_LS	IRR mm	PREC mm	SURQ mm	GWQ mm	ET mm	SED th	NO3 kgh	OR
CH01	4.49	74.50	172.78	9.41	0.00	3,145.48	559.58	1,782.12	720.20	853.67	28.35	
CH02	15.74	79.80	159.79	9.13	0.00	3,154.32	847.27	1,461.24	738.71	1,542.58	28.45	
CH03	36.93	78.50	108.62	6.62	0.00	3,187.48	829.97	1,530.89	698.83	934.63	20.15	
CH04	1.10	60.50	75.63	6.41	0.00	3,225.50	210.27	2,231.62	670.26	216.85	18.11	
CH05	5.60	76.57	123.63	4.91	0.00	3,140.30	658.07	1,473.82	765.10	636.06	27.61	
CH06	11.57	78.39	210.51	1.82	0.00	3,204.72	936.65	1,165.25	753.66	298.88	13.64	
CH07	0.21	80.87	200.63	2.12	0.00	3,140.30	926.97	1,178.20	766.12	358.76	12.52	
CH08	70.38	75.17	200.94	2.61	0.00	3,205.89	751.53	1,356.00	752.51	409.77	20.21	
CH09	6.98	78.51	111.56	4.02	0.00	3,170.38	762.25	1,481.09	765.99	471.35	13.65	

View HRU Level Warnings

Messages and Warnings

Model errors are often isolated to a particular land use type. If the land use is relatively minor, these issues may go unnoticed at the basin outlet during calibration. Often, these minor land uses are the focus of scenario development, and errors become apparent after the investment of much calibration effort.

The table above contains a few important predictions summarized by land use. These should be reviewed carefully. The button to the right provides HRU level warnings, these data are provided only to help isolate problem HRUs within a particular land use. We do not recommend that these data be used during routine checking of model output.

- Crop CH01: sediment yield may be too high
- Crop CH01: ET less than 31% of irrigation water + precip
- Crop CH01: more than 69% of water yield is baseflow
- Crop CH02: sediment yield may be too high
- Crop CH02: ET less than 31% of irrigation water + precip
- Crop CH03: sediment yield may be too high
- Crop CH03: ET less than 31% of irrigation water + precip
- Crop CH04: sediment yield may be too high
- Crop CH04: ET less than 31% of irrigation water + precip
- Crop CH04: more than 69% of water yield is baseflow
- Crop CH05: sediment yield may be too high
- Crop CH05: ET less than 31% of irrigation water + precip
- Crop CH05: more than 69% of water yield is baseflow
- Crop CH06: sediment yield may be too high
- Crop CH06: ET less than 31% of irrigation water + precip
- Crop CH06: surface runoff may be excessive
- Crop CH07: sediment yield may be too high
- Crop CH07: ET less than 31% of irrigation water + precip

7. SWAT Simulation

SWAT Output

Read SWAT Output

Import Files to Database

Check Output Files to

output.rch output.se output.sn

output.su output.rsv output.pot

output.hru output.nst output.vel

output.wql output.mg

Open SWATOutput

Open output.st

Open input.st

Review SWAT

Save SWAT Simulation

Save current simulation as: (e. Sim1)

Save Simulation

Cancel

Done writing files to database!

SWAT Run Successfully Saved as Sim1

Save Current Simulation as: Sim1

1T2 > SWAT > Latihan > Scenarios

Name	Date modified	Type	Size
Default	4/3/2022 2:36 PM	File folder	
Sim1	4/3/2022 3:59 PM	File folder	

Buka Table Output pada Sim1

SUB	YEAR	MON	AREAkM2	FLOW_INcm	FLOW_OUTcm	EVAPcms	TLOSScms	SED_INtons	SED_OUTton	SEDCONcmg	OR
1	2014	1	153	5.22	5.22	0.0001209	0	129.2	94.19	208.8	
2	2014	1	137.9	5.097	5.096	0.001803	0	131.1	95.89	217.8	
3	2014	1	24.45	0.9618	0.9609	0.0009379	0	18.61	16.17	194.8	
4	2014	1	4.815	0.2271	0.227	0.00009408	0	4.064	4.064	207.2	
5	2014	1	9.851	0.4503	0.4499	0.0004039	0	7.227	7.227	185.9	
6	2014	1	107.5	4.004	4.004	0.0004946	0	94.81	84.77	245.1	
7	2014	1	75.12	3.226	3.225	0.0005928	0	1917	69.02	247.7	
8	2014	1	89.38	3.412	3.412	0.0004009	0	104.1	69.17	234.6	
9	2014	1	49.99	2.223	2.222	0.0009189	0	71.99	47.81	249	
10	2014	1	3.255	0.1505	0.1505	0.00002442	0	2.384	2.384	183.4	
11	2014	1	13.5	0.184	0.1837	0.0002496	0	31.94	2.054	129.4	
12	2014	1	3.291	0.0463	0.04626	0.00003944	0	5.524	5.524	1382	
13	2014	1	42.41	2.007	2.007	0.0007257	0	358.4	38.39	221.4	
14	2014	1	4.016	0.2515	0.2514	0.0001181	0	81.29	81.29	3742	
15	2014	1	12.58	0.0929	0.09213	0.0007675	0	31.26	31.26	3927	
16	2014	1	26.84	1.313	1.313	0.0001987	0	1921	28.43	250.6	
17	2014	1	16.28	0.8734	0.8732	0.000145	0	1263	20.3	269	
18	2014	1	4.781	0.292	0.2919	0.0001096	0	154	154	6106	
19	2014	1	2.372	0.1101	0.1097	0.0002508	0	15.70	15.70	1666	

Update Parameter

SWAT sudah bisa dijalankan dengan sebagian menggunakan data dummy yang tersedia di dalam data base model SWAT. Langkah selanjutnya adalah mengganti semua data-data tersebut dengan data aktual lapangan sehingga model SWAT akan memberikan keluaran untuk kondisi lapang yang sedang dikaji. Jika data lapang langsung diinput biasanya terjadi kesalahan dalam pengetikan dan format data yang diinput, sehingga ketika dijalankan akan muncul berbagai *comment* yang agak sulit melacak untuk memperbaikinya. Ketika *comment* tersebut tidak diperbaiki SWAT tidak dapat dijalankan atau dapat dijalankan tetapi tidak optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Neitsch, S.L., Williams, J.R., Arnold, J.G. and Kiniry, J.R. 2011. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009. Texas Water Resources Institute, College Station.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G. and Kiniry J.R, Srinivasan R, and Williams, J.R. 2002. Soil and Water Assessment Tool User's Manual Version 2000. Grassland, Soil & Water Research Laboratory, Temple, Texas. Blackland Research and Extension Center, Temple, Texas BRC Report 02-06.