# **STELLA<sup>Ò</sup> DAN MODEL WANULCAS**

Sunaryo, Didik Suprayogo dan Betha Lusiana

### TUJUAN

- Mengenal bahasa pemrograman Stella dan penggunaannya dalam membuat simulasi model sederhana serta penerapan lebih lanjut dalam memodifikasi model WaNulCAS yang ditulis dengan Stella.
- Mengenal model WaNULCAS dan komponen-komponen yang ada di dalamnya.
- Meningkatkan ketrampilan dalam merancang sistem agroforestri (AF) yang akan disimulasikan, dan mempersiapkan input-input data yang diperlukan serta memasukkan input-input tersebut ke dalam model WaNuICAS.
- Mempelajari cara-cara menginterpretasikan keluaran WaNulCAS dan cara penyajiannya.

## 1. Pendahuluan

Model simulasi WaNuLCAS (Water, Nutrient and Light Capture in Agroforestry Systems) ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Stella versi 5.1.1. Program Stella merupakan bahasa pemrograman interpretter, oleh karena itu program WaNuLCAS dapat dijalankan hanya jika Stella sudah dijalankan terlebih dahulu. Ada dua versi Stella yang dapat dijadikan pilihan, yaitu:

- a. <u>Stella versi lengkap</u>. Versi ini fasilitasnya lengkap, termasuk:
  - Menjalankan model, mengubah nilai parameter input
  - Menyimpan grafik dan tabel
  - Membentuk grafik dan tabel baru
  - Memodifikasi model dan persamaan dalam model
  - Menyimpan (save) semua perubahan yang telah dilakukan
- b. Menggunakan Stella versi demo.
  - Stella versi Demo mempunyai fasilitas yang hampir sama dengan Stella versi lengkap kecuali fasilitas 'saving'.
  - Versi ini dapat diperoleh secara gratis dari alamat web http://www.hpsinc.com/edu/stella/demo\_gate.htm. Stella versi demo yang tersedia saat ini adalah versi 7.0. yang tetap dapat digunakan untuk menjalankan WaNuLCAS.

### Kebutuhan perangkat keras dan lunak model WaNuLCAS

Agar dapat menjalankan WaNuLCAS dengan baik, direkomendasikan untuk menggunakan komputer dengan spesifikasi minimal sebagai berikut:

- 1. Prosesor Pentium atau yang lebih baik.
- 2. Sistem Operasi Microsoft Windows™ 95 atau versi yang lebih tinggi. Lebih cepat dan aman jika menggunakan Sistem Operasi Windows NT ataupun Windows 2000 yang mempunyai fasilitas pengelolaan memory lebih efisien.
- 3. Microsoft Excel versi 7.0 atau lebih tinggi, dengan fasilitas Dynamic Data Exchange (DDE) terinstall lengkap

- 4. Random Access Memory (RAM) minimal 64 MB, direkomendasikan 128 MB atau lebih.
- 5. Minimum Monitor VGÅ dengan resolusi 640x480 pixel dengan VGA Card minimal warna 256 (minimal 512 KB memory)

# 2. Bahasa pemrograman STELLA

# 2.1 Lingkungan Stella yang berlapis dan berjenjang (layering)

Stella adalah perangkat lunak untuk modeling berbasis "flow-chart". Stella termasuk bahasa pemrograman interpreter dengan pendekatan lingkungan multi-level hierarkis, baik untuk menyusun maupun berinteraksi dengan model.

Di dalam program STELLA ada tiga jenjang (layering) untuk mempermudah pengelolaan model, terutama untuk model yang sangat kompleks. Hal ini sangat bermanfaat baik untuk pembuat program model maupun untuk pengguna model tersebut. Ketiga jenjang tersebut adalah:

- a. *High-Level Mapping Layer*, yakni jenjang antar-muka bagi pengguna (*users interface*). Pada jenjang ini pengguna model dapat bekerja, seperti mengisi parameter model dan melihat tampilan keluaran.
- b. *Model Construction Layer*. Jenjang ini adalah tempat model berbasis 'flow-chart'. Apabila pengguna model ingin memodifikasi struktur model, dapat dilakukan di jenjang ini.
- c. *Equation Layer.* Pada jenjang ini dapat dilihat persamaan-persamaan matematika yang digunakan dalam model.
- d. Ketiga jenjang tersebut di atas saling terkait. Penulis (Programmer) maupun pengguna (user) model dapat berpindah dari satu jenjang ke jenjang lainnya.

STELLA merupakan bahasa pemrograman **jenis interpreter berbasis grafis**. Pemakai Stella dapat dengan mudah menyusun model dengan merangkaikan bentuk-betuk geometris seperti *bujursangkar, lingkaran* dan *panah* yang dikenal sebagai *Building Blocks*. Alat bantu lain di Stella yang diperlukan dalam menyusun model diantaranya adalah *menu, control, toolbars* dan *objects*. Banyak diantara alat bantu tersebut mirip dengan alat bantu yang dipergunakan dalam Windows, akan tetapi banyak pula alat bantu yang tidak sama yang merupakan penciri khas Stella.

Berikut merupakan paparan beberapa alat penyusun model yang sering digunakan dalam Stella. Alat penyusun model yang tersedia dalam Stella secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

## (1) Stocks

Stocks



'Stock' ini merupakan hasil suatu akumulasi. Fungsinya untuk menyimpan informasi berupa nilai suatu parameter yang masuk ke dalamnya.

### (2) Flows



Fungsi dari 'flow' seperti aliran yakni menambah atau mengurangi *stock*. Arah anak panah menunjukkan arah aliran tersebut. Aliran bisa satu arah maupun dua arah.

### **Building Blocks**



Gambar 1. Tampilan alat bantu untuk menyusun model pada Stella, building blocks pada Mapping layer dan Model Construction layer.

#### (3) Converters



'Converter' mempunyai fungsi yang luas, dapat digunakan untuk menyimpan konstanta, input bagi suatu persamaan, melakukan kalkulasi dari berbagai input lainnya atau menyimpan data dalam bentuk grafis (tabulasi x dan y). Secara umum tugasnya adalah mengubah suatu input menjadi output.

### (4) Connectors

Fungsi dari 'connector' adalah menghubungkan elemen-elemen dari suatu model. Gambar 2 memperlihatkan contoh bagaimana keempat penyusun model tersebut digunakan untuk menyusun sebuah model sederhana tentang ketersediaan N dalam tanah dan distribusinya dalam tubuh tanaman N.

Di dalam menyusun model, keluaran yang diharapkan harus direncanakan hati-hati karena pemodelan dapat berlanjut hingga tiada henti. Anda harus mengetahui batasan-batasan sampai sejauh mana anda ingin memodelkan sesuatu agar model yang anda susun sederhana dan 'cukup rapi', tidak terlalu rumit penuh dengan flows sehingga nampak seperti 'miegoreng'.



Gambar 2. Suatu model ketersediaan N dalam tanah dan distribusinya dalam tubuh tanaman N yang disusun dalam STELLA.

Pada gambar 2 tersebut terlihat bahwa bentuk bujursangkar menunjukkan pool N yang ada, sedangkan lingkaran menunjukkan proses (aliran).

# 3. Pengenalan WaNuLCAS

**WaNuLCAS** merupakan singkatan dari "**Wa**ter, **Nu**trient and **L**ight Captured in Agroforestry Systems", model yang mensimulasikan penggunaan air, hara dan cahaya dalam sistem agroforestri. Model WaNuLCAS dikembangkan terutama untuk mempelajari prinsip-prinsip dasar yang umum terjadi pada aneka sistem tumpangsari pepohonan dengan tanaman semusim yang dikenal sebagai sistem agroforestri. Tanaman semusim yang dimaksud meliputi tanaman pangan. Apabila kita mensimulasi sistem agroforestri antara pepohonan dengan rumput (gulma), maka gulma disini dapat diperlakukan seakan-akan sebagai tanaman pangan (crop).

Sistem agroforestri yang dicakup dalam model ini meliputi sistem budidaya pagar atau budidaya lorong (*hedgerow intercropping* atau *alley cropping*) pada lahan datar atau pada budidaya pagar yang ditanam mengikuti garis kontur pada lahan berlereng (*strip cropping*), sistem pekarangan serta sistem bera. Model ini dapat digunakan untuk mensintesis proses-proses penyerapan **air**, **hara** dan **cahaya** oleh tanaman pada berbagai macam pola tanam dalam sistem agroforestri. Proses-proses tersebut sangat dipengaruhi oleh kesuburan tanah dan iklim.

Gambar 3 berikut ini menyajikan diagram model WaNuLCAS yang menggambarkan 3 komponen yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yaitu air, hara dan cahaya yang sangat penting dalam sistem agroforestri.

Beberapa konsep penting dalam sistem agroforestri yang terdapat dalam WaNuLCAS adalah:

• Neraca air dan N pada empat kedalaman dalam profil tanah, besarnya serapan air dan hara oleh tanaman semusim dan pohon berdasarkan pada total panjang akar dan kebutuhan tanaman.

- **Intersepsi cahaya**, yang mencakup pengaruh naungan pohon terhadap pertumbuhan tanaman semusim
- **Sistem pengelolaan tanaman** seperti pemangkasan cabang pohon, populasi pohon, pemilihan spesies yang tepat dan penentuan dosis pemupukan.
- **Karakteristik pohon**, termasuk distribusi akar, bentuk kanopi, 'kualitas' serasah, tingkat pertumbuhan maksimum dan kecepatan untuk tumbuh kembali setelah pemangkasan.

Penjelasan lebih rinci tentang cara menggunakan WaNulCAS tahap demi tahap dapat dibaca pada lembar 'Panduan Menggunakan WaNuLCAS'.



Gambar 3. Diagram model WaNuLCAS yang tersusun atas 3 komponen yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman yaitu air, hara dan cahaya dalam sistem agroforestri.

## 3.1 Data yang diperlukan WaNuLCAS

WaNuLCAS disusun untuk dapat mensimulasikan berbagai sistem agroforestri pada berbagai kondisi lahan dan iklim. Dengan demikian bagian-bagian atau modul yang terdapat di dalam model WaNuLCAS cukup banyak. Meskipun demikian, tidak semua modul yang terdapat dalam WaNuLCAS memerlukan masukan (input) data melainkan hanya modul yang relevan dengan tujuan simulasi. Sebagai contoh, apabila kita ingin mensimulasi sistem agroforestri pada lahan berlereng, maka masukan yang relevan antara lain adalah kemiringan lahan, struktur tanah, porositas tanah dan penutupan permukaan tanah. Masukan untuk modul hama penyakit atau tebas bakar tidak relevan untuk simulasi ini.

Tampilan pada bagian 'input' dalam program WaNuLCAS dapat dilihat pada Gambar 4, pada bagian ini menggambarkan berbagai input yang mungkin diperlukan untuk menjalankan WaNuLCAS. Secara umum ada 2 kelompok masukan yang diperlukan untuk menjalankan WaNuLCAS adalah:

## 3.1.1 Kondisi lingkungan

- Zona dalam sistem agroforestri. Pembagian zona (pembagian ke arah horisontal) untuk pohon, tanaman pangan, dan tebal lapisan tanah (pembagian ke arah vertikal)
- Iklim, meliputi curah hujan, evaporasi potensial dan suhu tanah

- Air dan Unsur Hara
- Karakteristik tanah: Tekstur tanah, kandungan air dan hara per profil tanah

### 3.1.2 Tanaman semusim dan pohon

Parameter yang berkaitan dengan karakteristik spesifik tanaman semusim seperti: fase vegetatif, fase generatif, perakaran (total panjang akar pada berbagai kedalaman tanah).

	TION		
Rainfall Soil Temperature	Crop Specific Tree Parameters Parameters		
Agroforestry Zone	Light Capture Tree Water		
Management	Roots & Tree Nutrient		
Pest, Diseases & Fire	Soll Soll		
Soll Erosion & Sedimentation	Soil Organic Matter & Litter Quality		
Profitability	Soil Water & Nutrient		

Gambar 4. Tampilan menu INPUT dalam model WaNuLCAS.

# 4. Tahapan persiapan dan parameterisasi dalam model WaNuLCAS

Berikut ini adalah tahapan yang perlu dilakukan sebelum melakukan simulasi:

# 4.1 Menterjemahkan sistem agoroforestri yang disimulasikan ke dalam model WaNuLCAS

Ada dua hal penting yang perlu dipahami saat akan menterjemahkan sistem agroforestri di lapangan ke dalam model WaNuLCAS, yaitu **pola ruang** dan **pola waktu**.

## Bagaimana model mendefinisikan pola ruang?

Dalam WaNuLCAS profil tanah dibagi atas 4 zona dan 4 lapisan (Gambar 5), sehingga secara keseluruhan lahan yang akan disimulasikan diwakili oleh 16 sel. Lebar dan ketebalan masing-masing sel perlu didefinisikan sendiri, besarnya disesuaikan dengan dengan data yang dimiliki. Masing-masing sel memerlukan input berupa karakteristik tanah, perakaran tanaman, kandungan air dan hara. Idealnya, ketebalan lapisan tanah mengikuti ketebalan horison tanah, sedangkan lebar zona disesuaikan dengan perubahan total panjang akar (Lrv = root length density per soil volume) pohon.



Gambar 5. Diagram pembagian zona dan layer dalam model WaNuLCAS

### Bagaimana model mendefinisikan pola temporal?

Untuk melakukan simulasi dengan WaNuLCAS sebaiknya disusun kalender tanam dan pengelolaan sistem yang akan disimulasikan dalam kalender Masehi. Sistem ini perlu diterjemahkan ke dalam sistem kalender Jullian (untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bahan kuliah '*Panduan menggunakan WaNULCAS*', bagian Latihan). Contoh dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Contoh jadwal kegiatan pengelolaan tanaman.

# 4.2 Menentukan komponen-komponen input yang relevan untuk disimulasikan (lihat Gambar 4 dan 5).

Pemilihan komponen input ini ditentukan oleh macam masalah yang ingin dipelajari dalam simulasi dan macam data yang tersedia. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan contoh input parameter yang perlu diperhatikan dalam mensimulasikan sistem budidaya pagar dengan dua jenis pohon yang berbeda.

Tabel 1. Contoh input parameter dalam WaNuLCAS yang perlu dibedakan untuk 2 jenis tanaman pagar

#### Input parameter

- 1. Skematik jarak antara pohon dan tanaman semusim, kedalaman lapisan profil tanah, letak sistem yang disimulasi dalam bentang lahan, fraksi batuan dalam tanah.
- 2. Pedotransfer : persen liat, debu, bahan organik, bobot isi tanah, konduktivitas hidraulik jenuh dalam profil tanah.
- 3. Data iklim: curah hujan harian, temperatur tanah pada permukaan tanah
- 4. Kalender tanam untuk tanaman semusim, meliputi tanggal tanam, waktu dan jumlah pupuk N dan atau P yang diberikan, penambahan bahan organik dari luar sistem dll.
- 5. Kalender tanam pengelolaan pohon: waktu penanaman pohon, pemangkasan atau penebangan pohon
- 6. Data kerapatan total panjang akar (L<sub>rv</sub>) tanaman semusim dan pohon (optional) dalam profil tanah.
- Data parameter pohon: Kecepatan tumbuh maximum (kg m<sup>-2</sup>), bentuk kanopi, tinggi kanopi maksimum, lebar kanopi maksimum, fiksasi N, kualitas seresah (nisbah C:N; Lignin:N; Polyphenolic:N), Spesific leaf area (SLA).
- 8. Lapisan organik: nisbah C:N dari serasah dan bahan organik tanah, distribusi bahan organik tanah di dalam profil tanah.
- 9. Kandungan air tanah pada titik layu permanen, distribusi kandungan N dalam profil tanah.

## 4.3 Menentukan parameter keluaran

Parameter keluaran yang diperoleh sangat tergantung pada tujuan simulasi dengan model. Sebagai contoh, kita ingin memilih spesies pohon yang tepat untuk untuk menekan erosi di lahan miring pada sistem budidaya pagar, maka keluaran yang dapat diperhatikan adalah produksi tanaman semusim, limpasan air, dan biomassa pohon.

# 5. Keluaran Hasil Simulasi dan Interpretasinya

Keluaran yang diperoleh dari simulasi model WaNuLCAS ini antara lain berupa taksiran (*estimasi*) neraca dan serapan air, N dan P oleh tanaman semusim serta taksiran hasil produksi. Masih banyak keluaran yang dapat dihasilkan WaNuLCAS, tergantung pada tujuan awal melakukan simulasi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan dan menyajikan hasil keluaran WaNuLCAS adalah sebagai berikut:

## 5.1 Evaluasi keluaran model

Sebelum melaporkan hasil simulasi, maka keluaran yang dihasilkan model WaNULCAS tersebut perlu diperiksa terlebih dahulu kelayakannya. Secara teoritis, apakah hasil yang diperoleh cukup masuk akal. Bila ada kejanggalan, diperlukan pengecekan ulang terutama nilai parameter masukan.

# 5.2 Penyajian hasil simulasi

Model WaNulCAS dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Pada dasarnya penggunaannya dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok diantaranya adalah:

- a. Validasi yaitu membandingkan antara data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dengan hasil simulasi. Apabila tersedia, data hasil pengamatan di lapangan selama kurun waktu simulasi dapat dibandingkan dengan hasil prediksi model. Untuk dapat membandingkan data lapangan dengan hasil simulasi, maka harus ada <u>titik yang sama dalam dimensi/kurun waktu</u> yang perlu dibandingkan. Hasil dapat disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik. Contoh kasus validasi model dapat dilihat pada Box 1, Tabel 2 dan Gambar 7.
- b. Prediksi keluaran, tanpa melakukan pengukuran lapangan.

Prediksi keluaran dilakukan apabila kita ingin mengetahui hasil suatu proses yang terjadi pada suatu sistem agroforestri. Dalam hal ini, perlu pemahaman teori yang memadai, untuk mengetahui apakah keluaran hasil simulasi sesuai dengan teori yang mendasarinya. Dengan kata lain, apakah model mampu menggambarkan fenomena yang ada di lapangan dengan baik atau tidak. Contoh kasus dengan penyajian seperti ini dapat dilihat pada Box 1, Gambar 8 dan 9.

c. **Analisis sensitivitas keluaran**, yang terjadi akibat perubahan nilai masukan. Hampir sama dengan poin b, dalam kasus ini keluaran hasil simulasi akan dibandingkan dengan teori yang ada. Tujuannya untuk mengamati sejauh mana model ini mampu memprediksi dengan baik apabila nilai masukan diubah-ubah. Contoh hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada Box 1, Gambar 10.

# Box 1. Contoh hasil simulasi dengan WaNuLCAS

### a. Produksi tanaman semusim dan hasil pangkasan pada sistim budidaya pagar

Percobaan sistem budidaya pagar dilakukan di Pakuan Ratu, Lampung Utara pada tahun 1997-1998. Tanaman pagar yang digunakan adalah *Gliricidia* dan *Peltophorum*. Jagung ditanam pada musim tanam I dan kacang tanah pada musim tanam II. Jadwal penanaman dan pengelolaan lainnya dapat dilihat pada Gambar 6. Pada percobaan ini ada 2 cara pemupukan N: (a) menambah N dari urea dan (b) menambah N dari mineralisasi hasil pangkasan tanaman pagar dan sisa panen yang dikembalikan ke dalam plot.

Hasil simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini. Hasil yang sama disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 7.

Table 2.Hasil jagung dan biomasa pangkasan (pruning) tanaman pagar hasil simulasi (dicetak<br/>miring) dengan pengukuran di lapangan (dicetak tebal) pada 2 musim tanam (Rowe,<br/>1999).

Parameter	Sistem Budidaya Pagar					
	Gliricidia		Peltophorum			
		Metode Aplikasi N				
	Urea	Pangkasan (pruning)	Urea	Pangkasan (pruning)		
Pangkasan I (kg m <sup>-2</sup> )	<b>0.27</b> 0.24	<b>0.27</b> 0.24	Tidak dipangkas	tidak dipangkas		
Panen jagung (kg m <sup>-2</sup> )	<b>0.17</b> 0.22	<b>0.19</b> 0.24	<b>0.28</b> 0.23	<b>0.25</b> 0.16		
Pangkasan II (kg m <sup>-2</sup> )	<b>0.29</b> 0.30	<b>0.37</b> 0.30	<b>0.29</b> 0.26	<b>0.23</b> 0.26		
Hasil pangkasan (kg m <sup>-2</sup> ) 11 <sup>th</sup> May	<b>0.28</b> 0.27	<b>0.32</b> 0.27	tidak dipangkas	tidak dipangkas		
Kacang Tanah (kg m <sup>-2</sup> )	<b>0.069</b> 0.090	<b>0.083</b> <i>0.090</i>	<b>0.090</b> 0.098	<b>0.098</b> <i>0.09</i> 8		
Hasil pangkasan (kg m <sup>-2</sup> ) 9 <sup>th</sup> July	<b>0.08</b> 0.07	<b>0.11</b> 0.07	<b>0.14</b> 0.19	<b>0.14</b> 0.19		



Gambar 7. Dinamika pertumbuhan pohon, jagung (M) dan kacang tanah (K) dari waktu ke waktu. Grafik merupakan hasil simulasi dan simbol dalam ukuran besar merupakan hasil pengukuran.

Semakin dekat antara titik dari data lapangan dengan garis grafik hasil simulasi, maka semakin validnya model yang dipergunakan.

### b. WaNuLCAS untuk menelaah proses yang terjadi dalam sistem agroforestri

Simulasi WaNuLCAS dapat digunakan untuk menduga dan menelaah proses yang terjadi dalam system, terutama bagi proses yang sulit diukur secara langsung. Gambar 8 memperlihatkan hasil pendugaan WaNuLCAS untuk : (1) pencucian N (g m<sup>-2</sup>), (2) pertumbuhan perakaran jagung di tanah lapisan atas (cm cm<sup>-3</sup>), (3) kebutuhan N jagung dan (4) kebutuhan N pohon. Hasil pendugaan ini bermanfaat untuk mengkaji hubungan antara kebutuhan tanaman, distribusi perakaran dengan besarnya pencucian N.



Gambar 8. Hasil simulasi WaNuLCAS untuk sistem budidaya pagar, (1) pencucian N (g m<sup>-2</sup>), (2) pertumbuhan perakaran (total panjang akar) jagung di tanah lapisan atas (cm cm<sup>-3</sup>), (3) kebutuhan N jagung, dan (4) kebutuhan N pohon.

### Box 1. Lanjutan

### Menguji peranan akar pohon sebagai 'jaring penyelamat hara'

Salah satu keunggulan sistem agroforestri adalah kemampuan pohon menyerap hara dari lapisan tanah yang dalam akibat distribusi akar pohon yang lebih dalam dibandingkan tanaman semusim. Perakaran yang dalam dari komponen pohon dalam sistem agroforestri berperan dalam mengurangi pencucian N. Kemampuan ini sering diistilahkan sebagai 'jaring penyelamat hara'. Kemampuan pohon sebagai jaring penyelamat hara dapat diperkirakan dengan hasil estimasi efisiensi jaring penyelamat hara ( $\Sigma N_{diserap tan.}$  / ( $\Sigma N_{diserap tan.}$  +  $\Sigma N_{tercuci}$ ) pada berbagai kondisi curah hujan dan berbagai kerapatan paniang total akar. Semakin rendah nilai efisiensi jaring penyelamat hara (%), berarti semakin re alisis sensitivitas ini dai Efisiensi jaring penyelamat hara (% 50 40 Curah Hujan 1659 mm 30 2209 mm 2915 mm 20 10 0 2 3 1 5 n Δ Panjang total akar cm cm-3

Gambar 9. Pengaruh total panjang akar terhadap efisiensi pohon dalam mengurangi pencucian N (fungsi jaring penyelamat hara) pada berbagai jumlah curah hujan.

Dari hasil simulasi di atas, dapat diketahui bahwa dengan meningkatnya kerapatan total panjang akar hingga 3 cm cm<sup>-3</sup> diikuti oleh meningkatnya efisiensi jaring penyelamat hara akar pohon pada semua tingkat curah hujan. Peningkatan total panjang akar >3 cm cm<sup>-3</sup> tidak meningkatkan efisiensi jaring penyelamat hara. Dengan semakin meningkatnya curah hujan maka efisiensi jaring penyelamat hara semakin berkurang.

## SARAN untuk bekerja dengan WaNulCAS

- 1. Lakukan pen "set up" an model secara metodologis.
- 2. Catat apa yang telah anda kerjakan dan simpan secara teratur versi hasil perubahan pen'set up'an anda (Tentunya anda tidak menggunakan Stella versi Demo).
- 3. Apabila komputer anda 'tidak begitu canggih', jangan membuka terlalu banyak file secara bersamaan. Tutup program aplikasi lain yang tidak ada kaitan langsung dengan WaNuICAS.
- 4. Untuk menjaga sinkronisasi antar 'layer' maupun program aplikasi yang terkait dengan WaNuICAS, usahakan untuk berpindah ke layer lain jika anda melakukan perubahan input atau parameter, ataupun kembali ke WaNuICAS jika parameter yang anda ubah berada di EXCEL. Dengan demikian keterkaitan antar layer ataupun antar program yang terkait selalu terjaga dengan baik. Jika tidak, ada kemungkinan komputer PC anda akan mengalami HANG! Apalagi jika RAM PC anda kecil dan prosessornya kurang canggih.
- 5. Jika PC anda Hang! Ingat Stella adalah bahasa pemrograman interpretter berbasis grafis yang rakus akan RAM sehingga sinkronisasi antar jenjang memerlukan waktu. Sinkronisasi data antara WaNulCAS dan Excel memerlukan waktu sedikit lebih lama. Usahakan jangan melakukan perintah baru? dengan meng klik mouse, sebelum respon dari perintah sebelumnya (klik yang terdahulu) berhasil dengan sempurna. Kemungkinan besar PC anda akan crash, apalagi jika kapasitas RAM PC anda kecil. Jika PC anda terpaksa crash JANGAN PANIK!! Kata kunci dalam bekerja dengan WaNuLCAS : KESABARAN. Lakukan pen-set-up-an ulang sesuai dengan catatan anda.
- 6. Setelah semua setting telah anda lakukan, sekali lagi catat dan periksa apakah pen'set-up'-an tersebut seperti skenario yang anda maksudkan. Setelah semua OK baru anda jalankan skenario tersebut.
- 7. Terimalah hasil simulasi tersebut, walaupun nilainya lebih rendah atau lebih tinggi dibanding pengukuran asalkan masih dalam kewajaran teoritis.
- 8. Jika hasil simulasi tersebut diluar kewajaran, maka anda harus mengevaluasi ulang 'setting up' yang telah anda jalankan.
- 9. Ingat! Model adalah suatu bentuk penyederhanaan.

# LATIHAN PEMODELAN SEDERHANA DENGAN STELLA

Latihan ini merupakan pratikum yang harus dilakukan dengan menjalankan STELLA dalam komputer

## A. Menyusun model air tanah

- Jalankan Stella dengan cara:
  - Mengklik icon WaNuLCAS, hati-hati jika program WinAMP terinstall.
  - Dari START, PROGRAM, pilih Stella Research 5.11 Update atau Stella Demo, tergantung versi Stella anda.

Anda akan otomatis berada di layer kedua dalam Stella, yaitu layer pembuatan model (**Model Construction Layer**).

• Cobalah untuk berpindah antar layer dengan meng-klik tombol panah yang ada di sebelah kiri atas. Panah ke atas akan membawa anda ke layer lebih tinggi (pertama), yaitu Mapping layer yang berisi hubungan antar modul. Panah ke bawah akan membawa ke layer lebih rendah (ketiga), yang berisi daftar parameter dan persamaan matematis.

Saat ini semua layer masih kosong karena model belum disusun.

- Sekarang coba kita mulai menyusun model. Pastikan anda berada di layer kedua. Anda dapat melihat adanya icon globe di bawah icon panah. Pada bagian atas anda dapat melihat ada 15 icon, mulai dari **stock** hingga **ghost**.
- Kita akan memodelkan air tanah, yang dipengaruhi oleh curah hujan. Pertama buatlah peubah air tanah, dengan cara klik icon **stock** (berbentuk segi empat), kemudian klik lagi di bidang yang kosong.
- Ubah nama 'Noname1' menjadi 'Air Tanah' atau nama apa saja yang anda inginkan dengan jalan mengklik **stock**. Setelah nama stock tersorot, alihkan kursor ke nama peubah lalu ketik nama baru.
- Kedua, salah satu faktor yang dapat meningkatkan air tanah adalah curah hujan. Untuk itu kita akan membuat peubah curah hujan sebagai masukan ke dalam peubah air tanah.
- Click icon **flow** (icon berbentuk panah, kedua dari kiri), kemudian tarik ke dalam peubah air tanah. Dengan cara serupa, beri nama flow ini 'curah hujan'.

- Ketiga, drainase dapat mengurangi air tanah. Kita perlu membuat peubah drainase sebagai keluaran dari air tanah. Lakukan hal yang sama seperti pada pembuatan peubah curah hujan, hanya letakkan flow ini mulai dari dalam stock.
- Apakah anda telah selesai menyusun model? Cobalah untuk menjalankan model dengan memilih **Run** atau tekan **Ctrl-R**.
- Anda telah selesai menyusun kerangka model air tanah. Yang perlu didefinisikan sekarang adalah hubungan matematis antara air tanah dengan curah hujan dan drainase. Cobalah untuk mengklik 2 kali pada air tanah. Apa yang terjadi? Pilih cancel, kemudian klik icon **globe** pada bagian kiri atas. Apa yang anda lihat?
- Anda akan lihat ada tanda tanya pada setiap peubah. Untuk dapat memasukan persamaan matematis anda perlu merubah icon globe menjadi icon  $\chi^2$ .
- Sekarang kembali klik 2 x pada peubah Air Tanah. Anda berada dalam box persamaan matematis. Untuk peubah berbentuk **stock**, anda perlu mendefinisikan nilai stcok pada awal simulasi. Anggaplah nilai awal air tanah kita 50 mm.
- Selanjutnya definisikan curah hujan per hari sebagai masukan ke air tanah, misalkan 10 mm/hari. Dengan cara yang sama definisikan drainase/hari, misalkan 20 mm/hari
- Sekarang jalankan model. Anda perhatikan bahwa muncul box di bagian bawah model air tanah, dan model sudah dapat dijalankan dengan lancar. Tetapi masih ada yang kurang, kita belum mempunyai output.

# **B. MEMBUAT KELUARAN BENTUK GRAFIK DAN TABEL**

- Kita akan mencoba membuat grafik untuk masing-masing peubah. Click icon **graph** (icon ke-8 dari kiri). Akan muncul grafik kosong. Click 2 x pada grafik, hingga muncul box pengatur grafik. Di sebelah kiri box ini, ada list peubah yang bisa dimasukkan ke dalam grafik. Sorot ketiga peubah ini, kemudian click icon panah yang mengarah ke kanan. Selanjutnya click OK.
- Dengan jalan yang sama anda dapat membuat tabel menggunakan icon **table** (icon ke-9 dari kiri).
- Sekarang kita coba menjalankan model ini sambil mengamati perubahan pada grafik. Click 2 x pada grafik. Kemudian jalankan model **Ctrl-R**). Terlihat bahwa dengan kondisi sekarang air tanah akan habis pada hari ke-5.
- Untuk melihat hasil tabel, click 2 x pada tabel. Terlihat bahwa simulasi dimulai pada waktu 0 hingga 12 dengan step sebesar 0.25. Anda dapat memodifikasi lamanya simulasi berlangsung dan step setiap perhitungan ini. Click Run, pilih Time Spec. Ubah time step atau DT menjadi 1 agar time step dalam model ini adalah harian.

• Model yang anda buat sebenarnya masih sangat sederhana. Masukan curah hujan masih konstan setiap hari, demikian juga drainasenya. Sekarang coba anda modifikasi masukan agar lebih sesuai dengan keadaan nyata.

# C. MEMBUAT INPUT GRAFIS.

- Kita dapat memodifikasi curah hujan agar berubah berdasarkan waktu atau dalam hal ini hari. Click 2 x pada curah hujan. Ubahlah nilai 10 menjadi **TIME**. Time merupakan suatu fungsi yang memang sudah ada dalam Stella (built in). Kemudian click tombol '**Become Graph**' pada kiri bawah, hingga keluar box grafis.
- Anda dapat memasukkan data dengan cara membuat grafik, atau memasukkan data pada kolom output.
- Perhatikan perubahan yang terjadi melalui output grafik dan tabel

# Bahan Bacaan

- Hairiah, K., Widianto, S. R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M. van Noordwijk dan G. Cadish. 2000. Pengelolaan Tanah Masam secara Biologi: Refleksi pengalaman dari Lampung Utara International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia. 187 pp.
- Rowe, E. 1999. The Safety-net Role of Tree Roots in Hedgerow Intercropping Systems. Disertasi PhD. Department of Biological Science, Wye College, University of London.
- Rowe E, Hairiah K, Giller K E, Van Noordwijk M dan Cadisch G, 1999. Testing the "safety-net" role of hedgerow tree roots by <sup>15</sup>N placement at different soil depths. Agroforestry Systems 43(1-3):81-93. Kluwer Academic Publisher and ICRAF
- van Noordwijk, M dan B. Lusiana, 2000. WaNuLCAS version 2.0. Background on a model of water nutrient and light capture systems. International Centre for Reserach in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- van Noordwijk, M. dan B. Lusiana. 1999. WaNuLCAS, a model of water, nutrient and light capture in agroforestry systems. Agroforestry Systems 43: 217-242.