

Purwarupa Sistem Monitoring Tanaman berbasis Web menggunakan Wireless Sensor Network dan Evolutionary Fuzzy Rule Mining

Wirarama Wedashwara
STIKOM Bali

Jl. Raya Puputan No.86 Denpasar Bali, [+62 361 237468](tel:+62361237468)
e-mail: wirarama@stikom-bali.ac.id

Abstrak

Monitoring kondisi tanaman memerlukan pengetahuan yang spesifik dibidang pertanian. Pengetahuan tersebut berupa klasifikasi kondisi baik (ideal) dan tidak baik dari setiap tanaman yang berbeda. Fuzzy rule dapat memetakan kondisi secara diskrit untuk melakukan klasifikasi dan dukungan keputusan. Untuk mempermudah proses dukungan keputusan bagi orang awam maka dalam penelitian ini diusulkan perancangan dan pembangunan sistem monitoring dan klasifikasi kondisi tanaman berbasis wireless sensor network (WSN) dan evolutionary fuzzy rule mining (EFRM). Monitoring kondisi tanaman dilakukan melalui jaringan sensor yang dipasang pada tanaman dan klasifikasi kondisi dilakukan oleh sistem cerdas yang menghasilkan dukungan keputusan berbasis web. Ruang lingkup dibatasi pada perancangan purwarupa sistem berupa penjabaran algoritma EFRM, desain UML dan gambaran breadboard dari WSN tanpa evaluasi penerapan pada tanaman.

Kata kunci: Evolutionary Fuzzy Rule Mining, Wireless Sensor Network, Sistem monitoring tanaman berbasis web, Raspberry Pi, Internet of Things

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Monitoring kondisi tanaman memerlukan pengetahuan yang spesifik dibidang pertanian. Pengetahuan tersebut berupa klasifikasi kondisi baik (ideal) dan tidak baik dari setiap tanaman yang berbeda. Hal tersebut sangat mempersulit pelaku pertanian maupun perkebunan dalam menjalankan proses sesuai kondisi ideal yang diharapkan [1][2].

Fuzzy rule dapat memetakan kondisi secara diskrit untuk melakukan klasifikasi dan dukungan keputusan. Fuzzy rule umumnya digunakan untuk mengkondisikan permasalahan yang bersifat relatif dan memerlukan pengukuran persamaan (*similarity measurement*) yang bertujuan pendukung keputusan dengan *multiple object*[3][4]. Dalam kasus ini permasalahan *multiple object* diterapkan kondisi ideal yang berbeda untuk setiap jenis tanaman.

Untuk mempermudah proses dukungan keputusan bagi orang awam maka dalam penelitian ini diusulkan perancangan dan pembangunan sistem monitoring dan klasifikasi kondisi tanaman berbasis wireless sensor network (WSN) dan evolutionary fuzzy rule mining (ERMN) [5]. Monitoring kondisi tanaman dilakukan melalui jaringan sensor yang dipasang pada tanaman dan klasifikasi kondisi dilakukan oleh sistem cerdas yang menghasilkan dukungan keputusan berbasis web.

Antar muka aplikasi akan dibuat berbasis *web responsive* menggunakan HTML5 sehingga bisa diakses oleh berbagai media termasuk smartphone dan bisa di compile menjadi aplikasi mobile menggunakan SDK (*software development kit*) dan *apache cordova* [6].

Sistem jaringan sensor akan menggunakan *raspberry pi* sebagai pemroses EFRM sekaligus sebagai *microcontroller* yang akan merekap input sensor [7]. Sensor yang akan digunakan mencakup kelembaban tanah, suhu tanah, suhu udara, kelembaban udara dan tekanan udara untuk mengukur kondisi tanaman serta sensor hujan dan cahaya untuk mengukur kondisi waktu dan lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang bangun sistem monitoring dan klasifikasi kondisi tanaman berbasis wireless sensor network dan evolutionary fuzzy rule mining untuk mempermudah pengambilan keputusan dibidang pertanian dan perkebunan. Kontribusi keilmuan dari perancangan

purwarupa bertujuan untuk bidang: kecerdasan buatan yaitu algoritma EFRM yang dapat melakukan klasifikasi kondisi ideal dan tidak ideal per jenis tanaman berdasarkan referensi pakar pertanian pada wireless sensor network dan web; microcontroller rancang bangun sistem jaringan sensor untuk memonitoring kondisi tanaman sehingga bisa di proses oleh EFRM; sistem informasi berbasis web dan teknologi pertanian dibidang IT yaitu rancang bangun sistem monitoring dan klasifikasi kondisi tanaman berbasis web dengan menggabungkan WSN dan EFRM.

1.2. Penelitian Terkait

Pentingnya klasifikasi tanah yang berguna untuk perencanaan dan pengelolaan perkebunan telah diteliti oleh Hartemink dkk pada tahun 2013. Penelitian berfokus pada permasalahan tanah yang berbeda memiliki komposisi yang berbeda pada sifat lingkungan dan jenis fisik tanaman yang berbeda. Warna tanah merupakan indikator yang komprehensif dari komposisi kimia dan fisik tanah dan sejumlah besar informasi tanah dapat secara efektif diperoleh dengan interpretasi warna tanah [8].

Klasifikasi jenis tanah menggunakan sensor warna tanah berbasis smartphone telah di teliti oleh Han dkk pada 2016. Metode berbasis computer vision untuk mengkalibrasi warna tanah diperoleh dan digunakan untuk mengubah gambar menjadi sinyal RGB pada saat yang sama [9].

Penelitian terkait tentang data mining adalah klasifikasi tanah dengan menggunakan decision tree oleh Shastry dkk pada 2014. Model ini diuji dengan data uji set sampel tanah. Tes membuktikan bahwa algoritma pohon keputusan yang dimodifikasi memiliki akurasi klasifikasi yang lebih tinggi bila dibandingkan metode C4.5 [10].

2. Metode Penelitian

2.1. Sumber Data

Data penelitian berasal dari studi literatur tentang EFRM, WSN dan monitoring tanaman sebagai pedoman analisis dan desain sistem. Tulisan belum melibatkan data pengambilan input sensor pada tanaman karena masih dalam tahap purwarupa.

2.2. Model Pengembangan Sistem

Model pengembangan perangkat lunak yang akan digunakan adalah sekuensial linier atau model *water fall* [11]. Model ini mengusulkan sebuah pendekatan perkembangan perangkat lunak yang sistematis dan sekuensial yang dimulai pada tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh tahapan analisis, desain, kode, pengujian, dan pemeliharaan. Tahapan analisis dan disain melibatkan studi literatur tentang EFRM, WSN dan monitoring tanaman. Kode dan pengujian sistem hanya melibatkan data acak dan tidak berkaitan dengan pengukuran input sensor. Tahapan pemeliharaan diabaikan pada tulisan ini karena hanya sebatas purwarupa.

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Python* dengan *framework GPIO Zero* dan *PHP Hypertext Preprocessor (PHP)* yang diberi akses ke *serial port* pada *Raspbian* sebagai sistem operasi raspberry pi agar input dari WSN dapat dibaca oleh PHP dan diolah menggunakan EFRM. Antar muka web berbasis HTML5 dan JQuery dengan *framework bootstrap* sebagai pendukung tampilan responsive sehingga web bisa diakses dari *smartphone*.

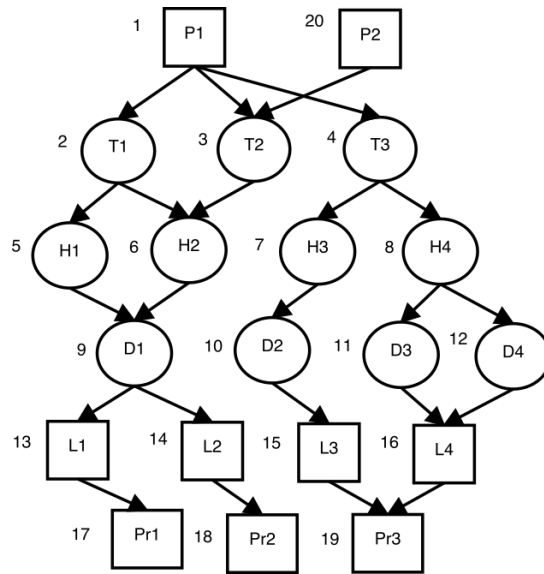
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan pada tulisan ini meliputi penjelasan mengenai *use case diagram*, *class diagram* dan *breadboard* dari perangkat *raspberry pi* dan jaringan sensor yang akan dibangun.

3.1. Gambaran Umum Algoritma EFRM

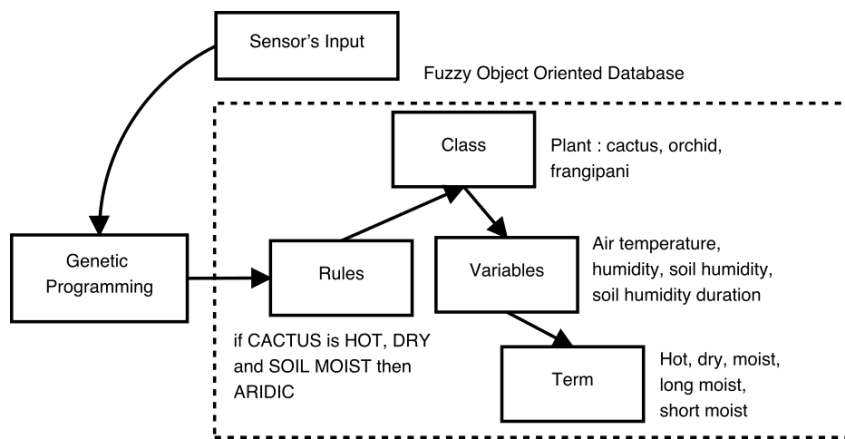
Dalam penelitian ini metode evolutionary computation yang digunakan adalah *genetic programming (GP)* yang berbasis hirarki atau pohon. GP dipilih karena dapat memproses klasifikasi dengan variabel yang banyak, dimana tujuan klasifikasi lebih mengarah pada perbandingan (*similarity measurement*) bukan pada ekstraksi pola yang bervariasi. GP dalam penelitian ini menggunakan konsep label (jawaban) yang disimbolkan dengan kotak dan pola (atribut) yang disimbolkan dengan lingkaran seperti yang ditunjukkan oleh gambar 1.

Seluruh atribut dalam EFRM berisi komponen dari database fuzzy. Database fuzzy perluasan dari database umum di mana informasi yang bersifat tidak pasti atau tidak lengkap dapat direpresentasikan menggunakan logika fuzzy. Nilai Fuzzy diberikan pada atribut yang didefinisikan oleh aturan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang berbeda sesuai variasi atau yang dihasilkan oleh atribut tersebut.



Gambar 1. Genetic Programming sebagai Fuzzy Rule Miner

Fuzzy object oriented database (FOOD) adalah database dengan ekstensi keanggotaan fuzzy untuk membuat model database berorientasi objek yang memungkinkan nilai data menjadi aturan fuzzy dan angka. FOOD menganalisis efek nilai data yang tidak tepat pada struktur kelas dan menyederhanakan dengan model data berorientasi objek sehingga mempermudah proses penyimpulan maupun klasifikasi. Gambaran umum sistem dapat dilihat pada gambar 2.



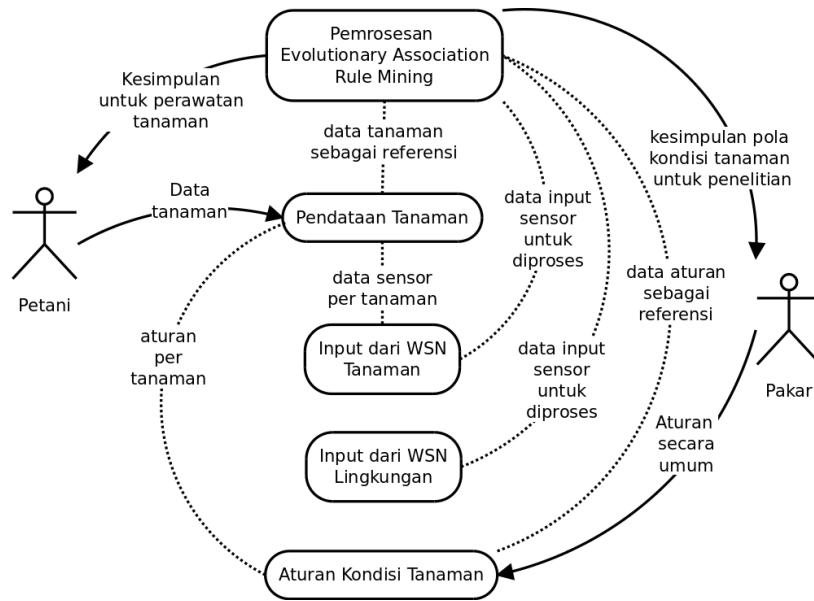
Gambar 2. Gambaran Umum Sistem

3.2. Use Case Diagram

Use case diagram pada gambar 2 menggambarkan hubungan antara pengguna sistem dan aktivitas yang ada pada sistem. Pengguna dalam sistem terdiri dari dua yaitu petani dan pakar pertanian. Petani berperan sebagai pelaksana kegiatan pertanian dan menginputkan data tanaman yang dimilikinya. Sedangkan pakar pertanian berperan untuk menginputkan aturan-aturan yang berkaitan dengan kondisi tanaman secara umum.

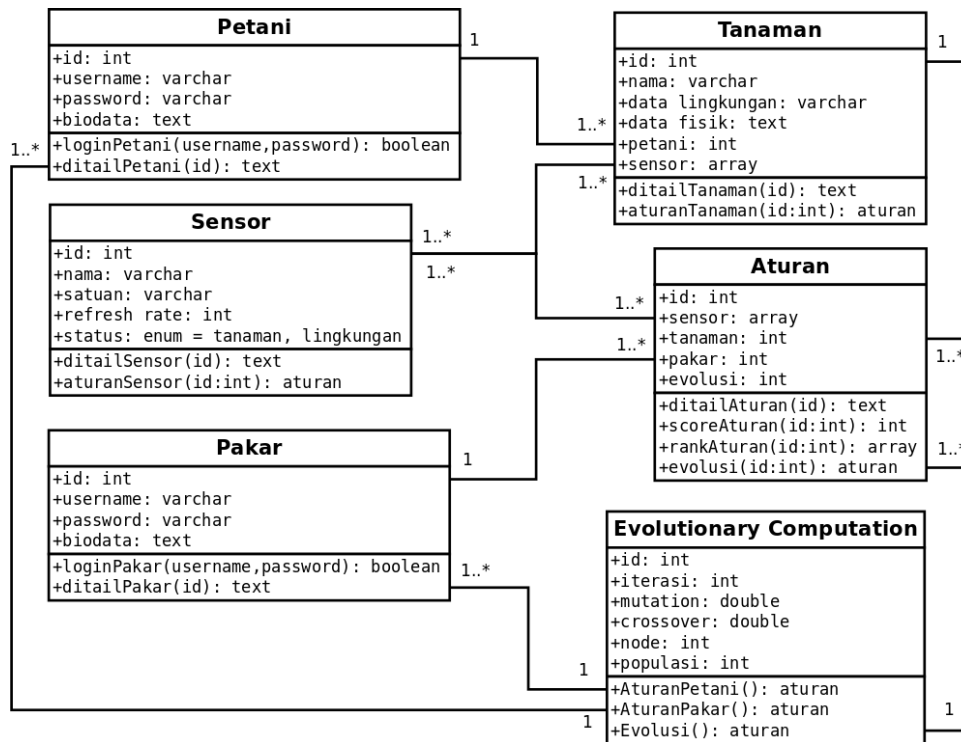
Input dari sensor dibagi dua yaitu input sensor yang mengukur kondisi tanaman dan lingkungan. Sensor pengukur kondisi tanaman terdiri dari kelembaban tanah, suhu tanah, suhu udara, kelembaban udara dan tekanan udara. Sedangkan sensor pengukur kondisi lingkungan adalah sensor hujan dan cahaya. Gabungan kedua sensor berfungsi untuk melakukan pendataan aturan fuzzy yang lebih spesifik. Input dari kedua sensor digabung dan diproses bersama dengan aturan yang diinputkan oleh pakar.

Melalui proses EFRM petani mendapat dukungan keputusan mengenai proses pertanian dan pakar mendapat data aturan yang berguna bagi klasifikasi tanaman.



Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Monitoring Tanaman

3.3. Class Diagram



Gambar 4. Class Diagram Sistem Monitoring Tanaman

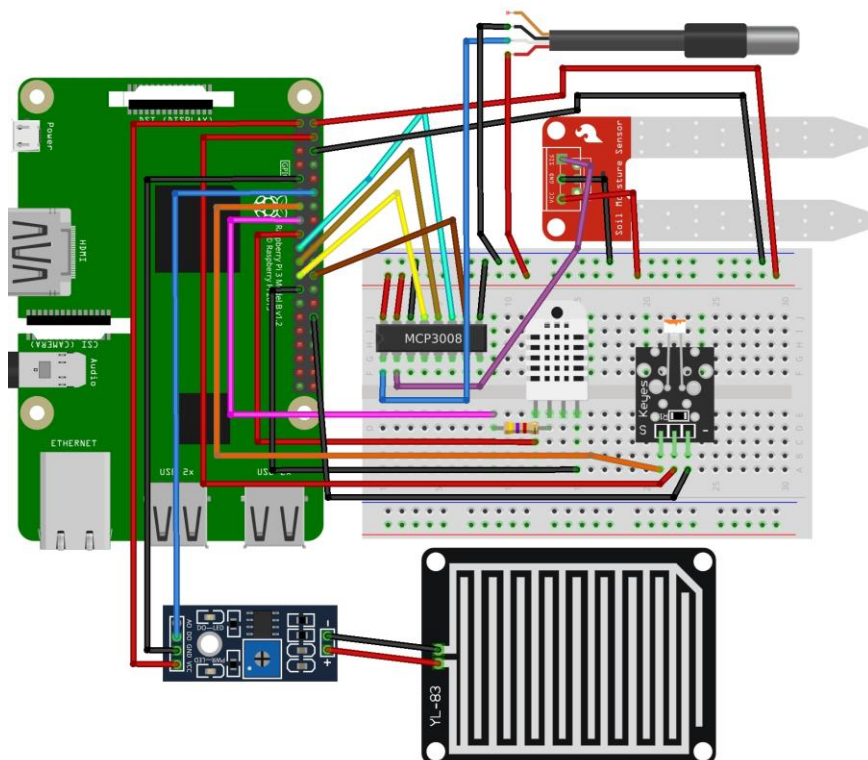
Pada class diagram gambar 4 tampak terdapat kelas yang mewakili proses dan atribut serta hubungan antar kelas. Adapun kelas pada sistem administrasi monitoring tanaman berbasis web dengan menggunakan WSN dan EFRM adalah kelas Petani, Pakar, Tanaman, Sensor, Aturan dan Evolutionary Computation.

- **Kelas Petani** berfungsi untuk menangani proses yang melibatkan petani, mencakup biodata dan proses login. Petani memiliki relasi dengan kelas tanaman dalam hal manajemen data.

- **Kelas Pakar** berfungsi untuk menangani proses yang melibatkan pakar, mencakup biodata dan proses login. Pakar memiliki relasi dengan kelas aturan dalam hal manajemen data.
- **Kelas Tanaman** berfungsi untuk menangani proses yang berkaitan dengan tanaman yang menjadi objek utama dalam sistem. Data tanaman diinputkan oleh petani dan berelasi dengan aturan sebagai aturan umum maupun khusus yang hanya berlaku untuk tanaman tersebut. Tanaman juga berelasi langsung dengan kelas sensor sebagai pengelompok jangkauan input sensor (suhu, kelembaban dll) yang terjadi pada tanaman tersebut.
- **Kelas Aturan** berfungsi untuk mendata aturan yang berlaku kepada tanaman berdasarkan input dari sensor, sehingga kelas aturan memiliki relasi langsung pada kelas tanaman dan sensor. Aturan terdiri dari dua sumber yaitu oleh pakar pertanian dan proses evolusi dari EFRM. EFRM berfungsi untuk menyesuaikan aturan pakar yang tidak sesuai terhadap kondisi tanaman. Kelas aturan juga menjadi input utama bagi proses EFRM.
- **Kelas Sensor** berfungsi sebagai penanda sensor yang digunakan dalam WSN. Kelas sensor terdiri dari sensor tanaman dan lingkungan. Kelas sensor berelasi langsung dengan tanaman dan aturan untuk menandakan persamaan dan perbedaan antar tanaman.
- **Kelas Evolutionary Computation** berfungsi memproses ulang aturan pada tanaman agar sesuai dengan kondisi yang ada pada tanaman di lingkungan petani. Memiliki parameter input untuk *evolutionary computation* pada umumnya yaitu persentasi mutasi dan crossover (persilangan), batas iterasi dan populasi serta jumlah node pada *genetic programming*.

3.4. Breadboard raspberry pi dengan MCP3008 dan Sensor-Sensor

Pada gambar 5 digambarkan breadboard raspberry pi dengan *Analog to Digital Converter* (ADC) yaitu MCP3008 yang berfungsi untuk mengkonversi input analog menjadi digital dan sensor-sensor yang terhubung analog maupun digital. Sensor yang terhubung secara digital adalah : DHT11(kelembaban dan suhu udara) dengan resistor 4.7kOhm, KY1(cahaya), YL83(tetesan hujan) dengan modul. Sedangkan sensor yang terhubung secara analog melalui MCP3008 adalah *Soil Moisture Sensor* (kelembaban tanah) dan *Stainless DS1* (suhu tanah). Sensor digital menggunakan tegangan 3.3v dan analog menggunakan 5v.



Gambar 5. Rancangan Bread Board untuk Koneksi Serial Raspberry Pi

4. Simpulan

Pada paper ini telah dirancang purwarupa sistem monitoring dan klasifikasi kondisi tanaman berbasis WSN dan EFRM. Monitoring kondisi tanaman dilakukan melalui jaringan sensor yang dipasang pada tanaman dan klasifikasi kondisi dilakukan oleh sistem cerdas yang menghasilkan dukungan keputusan berbasis web. Tulisan telah membahas perancangan purwarupa sistem berupa penjabaran algoritma EFRM, desain UML dan gambaran breadboard dari WSN tanpa evaluasi penerapan pada tanaman. Sebagai pengembangan lanjutan proses evaluasi dan pengujian sistem akan dilakukan secara langsung pada berbagai tanaman dengan kondisi yang bervariasi untuk mengukur kemampuan algoritma EFRM yang digunakan dalam sistem.

Daftar Pustaka

- [1] Boost, M., & Bizouard, J. (2003). *U.S. Patent No. 6,532,425*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [2] Forero, N., Hernández, J., & Gordillo, G. (2006). Development of a monitoring system for a PV solar plant. *Energy Conversion and Management*, 47(15), 2329-2336.
- [3] Tsang, C. H., Kwong, S., & Wang, H. (2007). Genetic-fuzzy rule mining approach and evaluation of feature selection techniques for anomaly intrusion detection. *Pattern Recognition*, 40(9), 2373-2391.
- [4] Mabu, S., Chen, C., Lu, N., Shimada, K., & Hirasawa, K. (2011). An intrusion-detection model based on fuzzy class-association-rule mining using genetic network programming. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 41(1), 130-139.
- [5] Pedrycz, W. (Ed.). (1997). *Fuzzy evolutionary computation* (Vol. 1197). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [6] Shehab, M., & AlJarrah, A. (2014, October). Reducing attack surface on Cordova-based hybrid mobile apps. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Mobile Development Lifecycle* (pp. 1-8). ACM.
- [7] Maksimović, M., Vujović, V., Davidović, N., Milošević, V., & Perišić, B. (2014). Raspberry Pi as Internet of things hardware: performances and constraints. *design issues*, 3, 8.
- [8] Hartemink, A. E., Krasilnikov, P., & Bockheim, J. G. (2013). Soil maps of the world. *Geoderma*, 207, 256-267.
- [9] Cai, Z., Han, J., Liu, L., & Shao, L. (2017). RGB-D datasets using microsoft kinect or similar sensors: a survey. *Multimedia Tools and Applications*, 76(3), 4313-4355.
- [10] Li, H., & Ross, R. B. (2014). Farmers' Switchgrass Adoption Decision Under A Single-procurer Market: An Agent Based Simulation Approach. In *Selected Paper prepared for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association's 2014 AAEA Annual Meeting, Minneapolis, Minnesota*.
- [11] Rakitin, S. R. (2001). *Software verification and validation for practitioners and managers*. Artech