PROSIDING SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN INFORMATIKA PERTANIAN INDONESIA 2009
ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7

Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman dan Lingkungan Mikro di Dalam Greenhouse Menggunakan Field Server

Chusnul Arif [a], Budi I Setiawan[b], Herry Suhardiyanto[c], dan Y Aris Purwanto[d]

[a]*Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan,*
Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Telp:0251-8627225
Email: chusnul_ar@yahoo.com, budindra@yahoo.com

[b]*Departemen Teknik Pertanian,*
Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Telp:0251-8623026
Email: herrysuhardiyanto@ipb.ac.id, y_aris_purwanto@yahoo.com

ABSTRAK

Kebutuhan sayuran dan buah-buahan yang berkualitas terus meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk. Untuk itu, budidaya sayuran dan buah-buahan dengan sistem hidroponik didalam greenhouse mulai dikembangkan di Indonesia. Meskipun membutuhkan investasi awal yang cukup besar, sistem ini terbukti mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Pada sistem hidroponik, air dan nutrisi merupakan satu-satunya sumber makanan bagi tanaman, karena dalam sistem ini tidak digunakan tanah sebagai media tanam (soilless). Ketepatan pemberian air dan nutrisi merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan budidaya. Penentuan kebutuhan air dan nutrisi didasarkan pada umur tanaman dan kondisi lingkungan mikro disekitar tanaman. Untuk bisa menentukan kebutuhan air dan nutrisi secara kontinyu diperlukan infomasi tentang pertumbuhan tanaman dan lingkungan mikro secara kontinyu pula. Salah satu sistem yang dikembangkan adalah menggunakan Field Server (FS). FS merupakan sistem monitor otomatis dengan beberapa sensor dan kamera IP yang bisa digunakan untuk memonitor pertumbuhan tanaman dan parameter lingkungan.

Makalah ini menjelaskan tentang aplikasi FS untuk monitoring pertumbuhan tanaman tomat didalam greenhouse dan parameter lingkungan mikro didalamnya secara online. FS yang digunakan terdiri dari tiga sensor yaitu radiasi matahari, suhu udara dan kelembaban relatif. Selain itu, IP kamera yang digunakan bisa digunakan untuk mengetahui kondisi tanaman aktual dan dilengkapi dengan video. Dengan menggunakan IP Public, ketiga parameter tersebut dan kondisi tanaman bisa diketahui dan diakses secara online dengan jaringan internet dimana saja. Harapannya dengan sistem monitoring ini, kebutuhan air dan nutrisi bisa juga ditentukan secara real time.

Kata kunci : *monitoring, lingkungan mikro, tanaman tomat, field server.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan sayuran dan buah-buahan yang berkualitas terus meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk. Sebagai contohnya adalah tomat yang mengalami peningkatan permintaan setiap tahun untuk kebutuhan domestik dan ekspor sebesar 20%. Peningkatan tersebut tidak dibarengi dengan peningkatan produktifitas yang hanya meningkat 12.5% per tahun yang disumbang 6.92% dari pertumbuhan produktivitas dan dari areal produksi sebesar 5.12% per tahun [1].

Untuk itu, budidaya sayuran dan buah-buahan dengan sistem hidroponik didalam greenhouse mulai dikembangkan di Indonesia. Meskipun membutuhkan investasi awal yang cukup besar, sistem ini terbukti mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas produk.

Pada sistem hidroponik, air dan nutrisi merupakan satu-satunya sumber makanan bagi tanaman, karena dalam sistem ini tidak digunakan tanah sebagai media tanam (*soilless*). Ketepatan pemberian air dan nutrisi merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan budidaya. Penentuan kebutuhan air dan nutrisi didasarkan pada umur tanaman dan kondisi lingkungan mikro disekitar tanaman [2,3].

Kebutuhan air dan nutrisi tanaman dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan salah satunya adalah dengan menghitung nilai evapotranspirasi tanaman. Evapotranspirasi dipengaruhi oleh parameter lingkungan seperti suhu udara, kelembaban relatif, kecepatan angin dan radiasi matahari [4]. Air dan nutrisi ini diberikan

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7

kontinyu setiap hari, untuk itu informasi tentang parameter lingkungan harus didapatkan secara real time pula.

Field Server (FS) merupakan instrument yang tepat untuk memantau parameter lingkungan secara real time melalui internet. FS terdiri dari komponen utama antara lain: Web Server, ADC, DAC, Ethernet Controller, beberapa sensor dan IP Camera [5]. Alat ini telah diujicobakan di beberapa tempat di Asia untuk memantau parameter lingkungan pada budidaya beberapa produk pertanian seperti kubis, kacang, padi SRI di Jepang dan bayam di Chiang Mai Thailand [6].

1.2 Tujuan

Tujuan dari paper ini adalah menjelaskan tentang aplikasi FS untuk monitoring pertumbuhan tanaman tomat didalam greenhouse dan parameter lingkungan mikro didalamnya secara real time.

II. METODOLOGI

2.1 Waktu dan Tempat

Data yang digunakan pada paper ini adalah data hasil penelitian yang dilakukan pada bulan Mei-Juli 2009. Tempat penelitian di greenhouse Lab. Teknik Sumberdaya Air, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan.

2.2 Metode

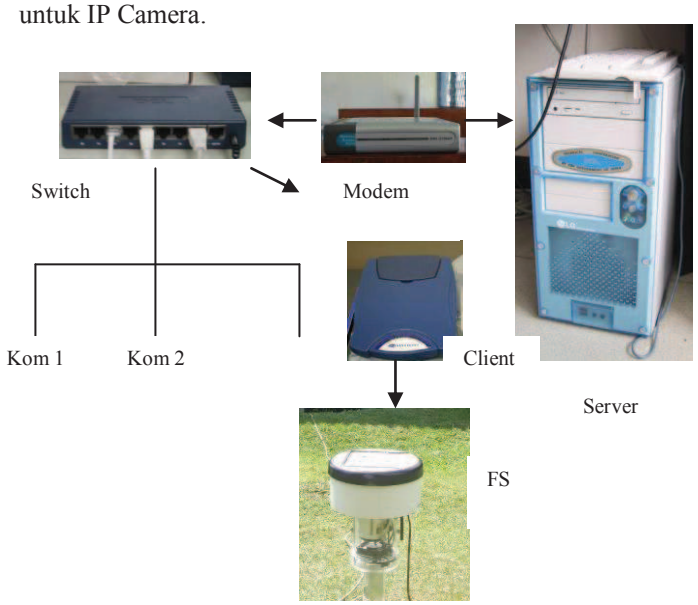
Bahan yang digunakan untuk pengamatan secara real time adalah tanaman tomat yang dibudidayakan secara hidrponik dengan menggunakan irigasi tetes. Tanaman tomat tersebut dipindah ke polybag setelah berumur 25 hari didalam semaian. Sedangkan alat utama yang digunakan adalah Field Server (FS) yang memiliki sensor suhu, RH dan radiasi matahari. Selain itu, terdapat IP camera untuk memantau tanaman real time.

Agar data FS dapat diakses real time, maka FS harus terhubung dengan IP Public. Untuk itu, sebelum melakukan instalasi FS di greenhouse, FS diujicobakan terlebih dahulu. Ujicoba meliputi koneksi FS dengan jaringan internet dan setelah itu dilakukan kalibrasi FS dengan menggunakan alat ukur standar.

2.2.1 Koneksi FS dengan Jaringan Internet

Agar data FS dapat diakses secara real time dimana saja dan kapan saja, maka FS harus terhubung dengan koneksi internet dan memiliki IP Public. Koneksi internet yang digunakan dari Telkom Speedy Unlimited. Adapun skema jaringan FS ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Jaringan internet Telkom Speedy akan memberikan satu IP Public kepada pengguna, dalam hal ini 125.166.42.26. IP tersebut akan otomatis terdeteksi didalam modem setelah mengeset username dan password dari Telkom Speedy. Setelah terkoneksi dengan internet, modem diset untuk bisa memforward port IP pada FS. Pengesetan dilakukan pada menu *port forwarding* pada modem. IP FS terdiri dari 2 buah IP, yaitu IP untuk CPU (terkoneksi dengan data suhu, RH dan radiasi) dan IP Camera (untuk memantau gambar tanaman). IP CPU adalah 192.168.62.100:85 dan IP Camera adalah 192.168.62.102:86. Setelah modem diset, maka FS dapat diakses secara global dengan IP 125.166.42.26:85 untuk IP CPU dan 125.166.42.26:86 untuk IP Camera.



Gambar 1. Skema jaringan Field Server

Data FS dapat disimpan otomatis di server setiap 10 menit. Software yang digunakan untuk menyimpan data adalah bahasa pemrograman *PERL*.

2.2.2 Kalibrasi Field Server

Data FS yang tersimpan masih dalam satuan volt. Untuk itu, perlu dilakukan kalibrasi agar nilai parameter yang disajikan kedalam unit yang sesuai. Kalibrasi FS akan dilakukan menggunakan Davis Weather Station untuk mengkalibrasi data suhu udara, RH, radiasi matahari. Kedua alat tersebut dipasang berdampingan dan pengukuran dilakukan pada waktu bersamaan (Gambar 2). Data diambil setiap 10 menit sekali.

Gambar 2. Kalibrasi Field Server (FS)

Setelah data didapatkan, kemudian masing-masing parameter dikalibrasi dengan menggunakan regresi linear dengan MS Excel dan persamaan yang didapatkan

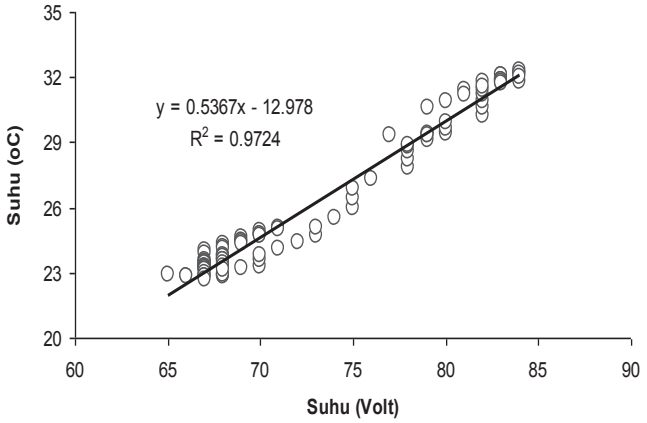
ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7

menjadi persamaan kalibrasi yang akan digunakan untuk pengukuran di lapangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

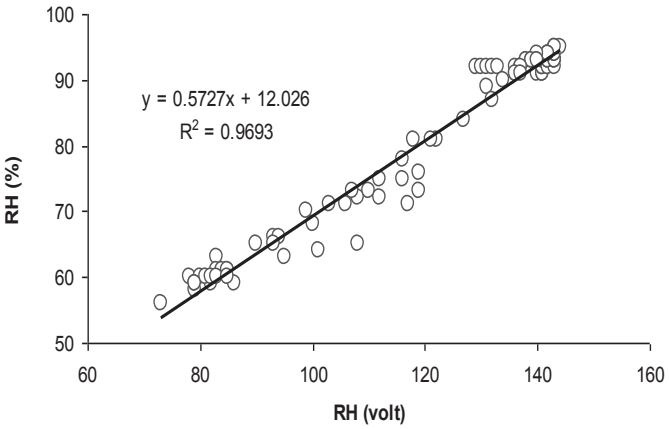
3.1 Kalibrasi Field Server (FS)

Kalibrasi dilakukan pada tanggal 1 Juli 2009 mulai dari pukul 01.10 – 16.10 sehingga dengan pengambilan data setiap 10 menit maka diperoleh set data sebanyak 97 data.



Gambar 3. Kalibrasi suhu

Pada Gambar 3 diatas menunjukkan hasil kalibrasi suhu antara weather station dan FS. Dari hasil kalibrasi tersebut dihasilkan persamaan linear dengan koefisien determinasi sebesar 0.9724. Hal ini berarti hasil kalibrasi dapat digunakan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Persamaan untuk menghitung suhu dalam satuan ^{o}C adalah y = 0.5367x – 12.978, dimana y adalah suhu dalam satuan ^{o}C dan x adalah suhu dalam satuan volt yang dihasilkan FS.



Gambar 4. Kalibrasi RH

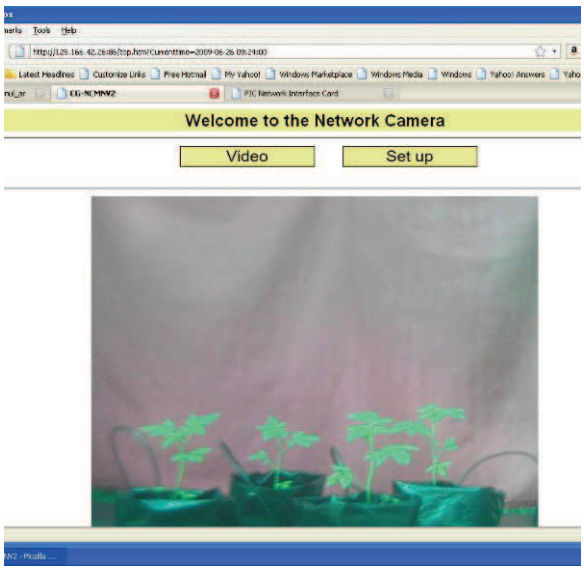
Pada Gambar 4 diatas menunjukkan hasil kalibrasi RH antara weather station dan FS. Hasil yang didapatkan hampir sama dengan kalibrasi suhu, tetapi koefisien determinasinya sedikit lebih kecil yaitu sebesar 0.9693. Meskipun demikian, persamaan tersebut tetap dapat digunakan. Persamaan untuk menghitung RH dalam satuan % adalah y = 0.5727x + 12.026, dimana y adalah RH dalam satuan % dan x adalah RH dalam satuan volt yang dihasilkan FS.

Gambar 5. Kalibrasi Radiasi Matahari.

Pada Gambar 5 diatas menunjukkan hasil kalibrasi radiasi matahari antara weather station dan FS. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa hasil kalibrasi tersebut paling rendah nilai koefisien determinasinya sebesar 0.8906. Hal ini bisa disebabkan karena radiasi yang masuk didalam greenhouse berkurang karena terjadinya proses refleksi dan absorbsi oleh atap greenhouse sehingga bisa mengakibatkan penyimpangan dalam kalibrasi. Meskipun demikian, nilai koefisien determinasi masih diatas 85% sehingga persamaan tersebut tetap dapat digunakan. Persamaan untuk menghitung radiasi dalam satuan W/m^2 adalah y = 3.8841x - 0.8966, dimana y adalah radiasi dalam satuan W/m^2 dan x adalah radiasi dalam satuan volt yang dihasilkan FS.

3.2 Pemantauan Pertumbuhan Tanaman

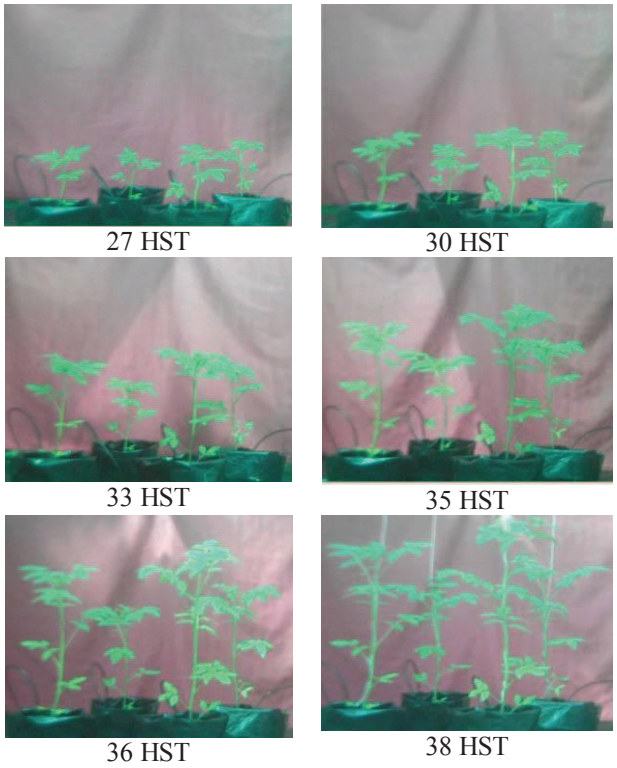
Pertumbuhan tanaman dapat dipantau real time dengan mengakses alamat http://125.166.42.26:86/. Tampilan dari alamat tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan alamat web pemantauan pertumbuhan tanaman

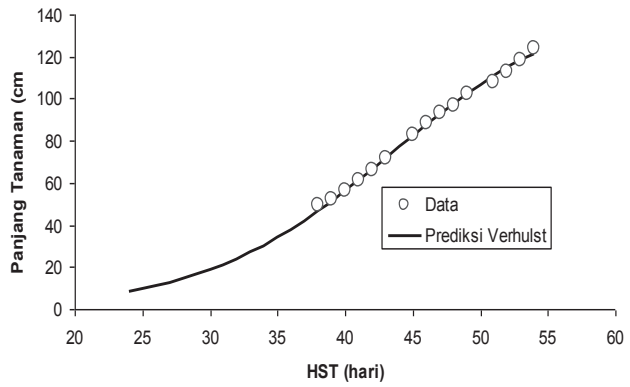
Dari tampilan web diatas terdapat 2 menu yaitu *Video* dan *Set up*. Menu *Video* digunakan untuk mengetahui image tanaman dalam bentuk video real time. Untuk bisa menjalankannya dibutuhkan software *Java Runtime Environment* yang terinstall di komputer. Sedangkan menu *Set up* digunakan untuk mengatur IP camera tersebut.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7



Gambar 7. Pertumbuhan tanaman tomat dari hari ke hari.

Gambar 7 diatas memperlihatkan pertumbuhan tanaman tomat mulai dari 27 HST (Hari Setelah Tanam) sampai 38 HST. Pertumbuhan tanaman tersebut dapat diperoleh real time hanya dengan mengakses alamat web pertumbuhan tanaman diatas. Dari gambar tersebut memperlihatkan bahwa tanaman terus tumbuh dari hari ke hari. Hal ini bisa dimaklumi karena pada umur tersebut tanaman memasuki fase vegetatif yang dicirikan oleh pertumbuhan akar, batang dan daun.

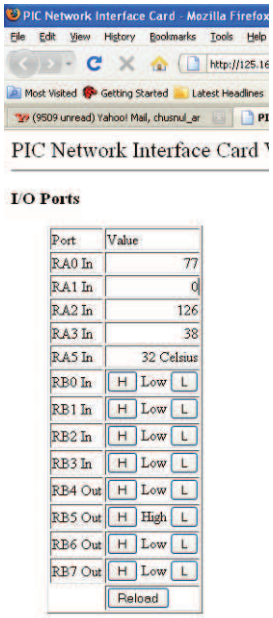


Gambar 8. Grafik pertumbuhan tanaman

Gambar 8 diatas menunjukkan pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif. Prediksi pertumbuhan tanaman dilakukan dengan model pertumbuhan Verhulst [7]. Model ini cukup akurat untuk memprediksi pertumbuhan dan telah terbukti khususnya untuk pertumbuhan populasi penduduk. Dari prediksi diatas menunjukkan bahwa model Verhulst juga cukup akurat untuk memprediksi pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif. Hal tampak pada berhimpitnya garis prediksi dengan data pengukuran. Selain itu nilai error yang didapatkan dengan metode Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 5.0, sehingga model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan tanaman.

3.3 Pemantauan Parameter Lingkungan

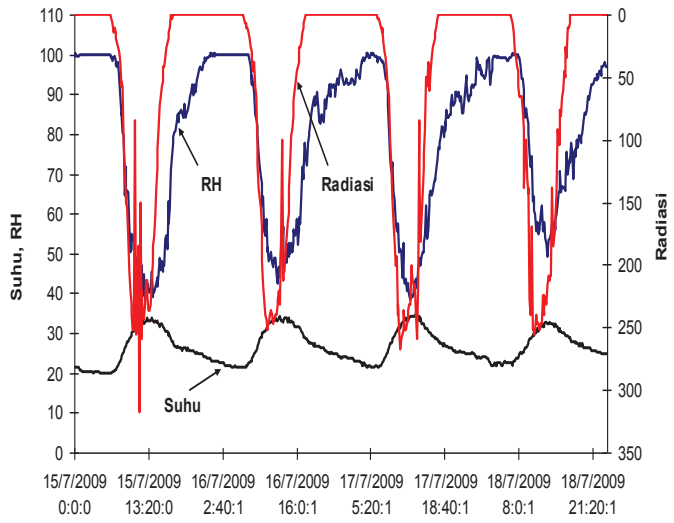
Selain memantau pertumbuhan tanaman, FS juga dapat digunakan untuk memantau parameter lingkungan secara real time. Parameter lingkungan tersebut meliputi suhu udara, RH dan radiasi matahari. Parameter lingkungan tersebut dapat dipantau real time dengan mengakses alamat http://125.166.42.26:85/. Tampilan dari alamat tersebut dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Tampilan alamat web pemantauan parameter lingkungan

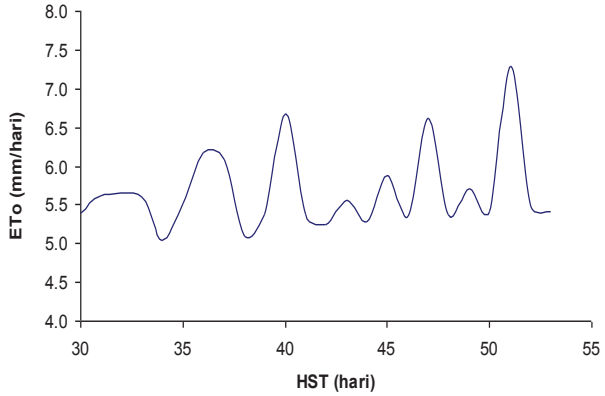
Tampilan data untuk masing-masing parameter lingkungan ditunjukkan pada nilai port masing-masing. Port RA0 In menunjukkan nilai suhu udara, port RA2 In menunjukkan nilai RH dan port RA3 In menunjukkan nilai radiasi matahari. Semua satuan nilai dalam volt sehingga perlu dikalibrasi dengan hasil seperti diatas.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7



Gambar 10. Parameter lingkungan hasil pemantauan

Gambar 10 diatas menunjukkan hasil pemantauan parameter lingkungan selama 4 hari. Dari ketiga parameter tersebut menunjukkan tren yang sama pada setiap harinya. Semakin tinggi radiasi matahari maka suhu udara akan semakin tinggi pula tetapi RH akan semakin rendah. Hal ini menunjukkan data FS telah menunjukkan data yang benar layaknya pengukuran dengan instrumen lain seperti weather station. Dari hasil tersebut maka bisa ditentukan besarnya nilai evapotranspirasi harian.



Gambar 11. Nilai Evapotranspirasi harian.

Gambar 11 diatas menunjukkan nilai evapotranspirasi harian. Evapotranspirasi merupakan gabungan antara proses evaporasi dan transpirasi. Secara sederhana evaporasi merupakan proses penguapan air dari permukaan tanah, sedangkan transpirasi adalah semua air yang diuapkan oleh tumbuhan. Nilai Evapotranspirasi (ETo) diatas dihitung dengan model Hagreaves dengan dua parameter suhu udara dan radiasi matahari [8]. Dari perhitungan tersebut menunjukkan bahwa besarnya ETo berfluktuasi dan mencapai minimum pada 34 HST dan maksimum pada 51 HST.

IV. KESIMPULAN

1. Field Server (FS) telah berhasil diujicobakan dan dapat diakses secara real time melalui jaringan internet untuk memantau pertumbuhan tanaman dan lingkungan mikro disekitarnya
2. Pertumbuhan tanaman dapat dipantau real time dengan mengakses alamat web http://125.166.42.26:86/. Selain itu, pertumbuhan tanaman dapat diprediksi dengan model verhulst dengan tingkat akurasi yang tinggi
3. Hasil pemantauan tiga parameter lingkungan mikro dengan FS dengan mengakses alamat web http://125.166.42.26:85/ menunjukkan hasil dan tren yang sesuai seperti pengukuran dengan menggunakan instrument lain.

APRESIASI

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Professor Masaru Mizoguchi dari The University of Tokyo yang telah menyediakan alat utama untuk penelitian ini. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), DIKTI atas pendanaan yang diberikan melalui kegiatan hibah bersaing tahun anggaran 2009.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Syafa'at N, Prayogo U.H., Dewa K. Sandra, Erna Maria K., Adreng Purwoto, J. Situmorang, dan Frans B.M. Debukke. (2005). Analisis Permintaan dan Penawaran Komoditas Pertanian Utama. Laporan penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Badan Litbang Deptan.

[2] Arif, Ch. 2008. "Determination of Drip Irrigation Schedule for Plant Growth in Greenhouse Using Artificial Intelligence Approach". Irrigation Journal. Vol. 3 No. 2, November 2008: 138-145. In Indonesian Language.

[3] Suhardiyanto, H., Chusnul Arif, Suroso. 2008. "Fertigation Scheduling in Hydroponics System for Cucumber Using Artificial Neural Network and Genetic Algorithms". National Agronomy Journal, 2008. Vol. XXXVI No. 1 Page: 92-99.

[4] Allen, Richard, G., Luis S Pareira, Dirk Raes, Martin Smith, 1998. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage paper 56. Rome.

[5] Mizoguchi, M., Masayuki Hirafuji., Tokihiro Fukatsu., Takuji Kiura., Kazuya Fujisawa., and

Seishi Ninomiya. 2006. Spatial and Continous Soil Information Monitoring by Field Server. 18th World Congress of Soil Science, July 9-15, 2006. Philadelphia, Pennsylvania, USA.

[6] Mizoguchi, M, Shoichi Mitsuishi, Tetsu Ito, Seishi Ninomiya, Masayuki Hirafuji, Tokihiro Fukatsu, Takuji Kiura, Kei Tanaka, Hitoshi Toritani, Hiromasa Hamada, and Kiyoshi Honda. 2008. Real Time Monitoring of Farmland in Asia using Field Server. International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2008.

[7] Burghes, D.N, dan M.S. Borrie. 1981. Modelling with Differential Equations. John Willey & Sons Inc., Queensland, Australia. Page: 18.

[8] Wu, I.P. 1997. A simple Evapotranspiration Model for Hawai : The Hagreaves Model. CTAHR Sheet Engineer's Notebook No. 16, May 1997