

Sistem Kendali Berbasis PID untuk Nutrisi Tanaman Hidroponik

Fachriel Fadhilah Dzikriansyah¹, Rida Hudaya², Cucun Wida Nurhaeti³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : fadhriel.fadhilahi.tecs13@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

ABSTRAK

Budidaya tanaman dengan menggunakan teknologi tanam hidroponik adalah teknik budidaya yang memanfaatkan media tanam substrat selain tanah. Dalam teknologi tanam hidroponik faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman budidaya adalah faktor kandungan nutrisi yang terkandung oleh larutan yang digunakan dalam proses penanaman yang dilakukan. Kandungan penting pada larutan yang perlu diperhatikan diantaranya adalah kandungan *Electrical Conductivity* yang menunjukkan batas kesesuaian tatanaman dengan larutan dalam mentransfer ion H^+ sebagai nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan penting lain yang perlu diperhatikan adalah jumlah zat terlarut pada larutan yang digunakan (ppm), tanaman dengan jumlah zat terlarut yang berlebih dapat mempengaruhi usia dan pertumbuhan tanaman. Kedua kandungan penting ini bersifat relatif, bergantung pada tanaman yang digunakan. Pada penelitian ini dibuatlah sistem kendali yang mampu menyesuaikan dan memonitoring nilai kedua kandungan nutrisi penting tersebut agar berada pada rentang nilai optimum untuk berbagai tanaman. Sistem kendali dan monitoring yang dibuat menggunakan instrumentasi yang dibangun dengan memanfaatkan prinsip kerja kapasitansi. Penelitian ini menghasilkan tingkat keakuratan pembacaan EC dan ppm oleh instrumentasi yang mendekati nilai pembacaan TDS meter sebagai referensi alat ukur, sehingga tujuan pengendalian berbasis PID dan *monitoring* dapat dicapai.

Kata Kunci

Hidroponik, Electrical Conductivity, ppm, kendali, monitoring, instrumentasi.

1. PENDAHULUAN

Kegagalan hasil tanam sebuah perkebunan disebabkan oleh banyak permasalahan baik yang timbul akibat permasalahan yang bersifat alami seperti kondisi kekeringan yang menyebabkan tanah sebagai media tanam menjadi rusak atau kesalahan dari proses tanam yang dilakukan manusia seperti pemberian pupuk yang tidak diatur dengan baik.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka bermunculanlah teknologi-teknologi tanam yang saat ini sudah banyak digunakan seperti teknologi tanam hidroponik. Teknologi tanam hidroponik adalah suatu sistem bercocok tanam dengan menggunakan air sebagai media tanamnya. Air yang digunakan hendaknya memenuhi syarat-syarat tertentu, misalnya pH, kekeruhan, ukuran partikel, unsur-unsur kimia, dan proporsi[1]. Melalui penerapan teknologi semacam hidroponik timbul permasalahan baru yang menyebabkan kurang optimalnya hasil tanam

yang diperoleh, hal ini dapat terjadi karena larutan yang digunakan pada teknologi hidroponik ini tidak sesuai dengan ambang atau batas nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, sebab batas nutrisi yang dibutuhkan setiap jenis tanaman berbeda-beda.

Variabel penting yang perlu diperhatikan dalam pemberian nutrisi pada penanaman dengan teknologi hidroponik diantaranya adalah variabel ppm (*part per million*) atau jumlah zat terlarut dalam 1 liter larutan dan *ec* (*electrical conductivity*) atau nilai konduktivitas larutan dalam menghantarkan ion[2].

Nilai dari kedua variabel tersebut yang bervariasi menghasilkan hasil tanam yang berbeda-beda, seperti nilai ppm Fe (unsur besi) pada penanaman selada[3] dan pengaruh nilai EC pada penanaman bayam[4].

Selain itu dengan adanya aturan dalam pemberian nutrisi ini menuntut agar petani hidroponik untuk

selalu memantau kadar nutrisi yang terdapat pada larutan yang digunakan dan hal ini menjadi permasalahan juga bagi petani dan hasil tanamnya. Permasalahan-permasalahan baru yang timbul dari system hidroponik tersebut menciptakan celah bagi teknologi terkait untuk dikembangkan. Salah satu pengembangan yang bisa dilakukan adalah dengan membangun system kendali dan *monitoring* sederhana untuk kadar nutrisi pada larutan yang digunakan pada proses penanaman berteknologi hidroponik berbasis PID dan antarmuka yang didesain menggunakan *compiler* HMI/SCADA yang mudah digunakan[5].

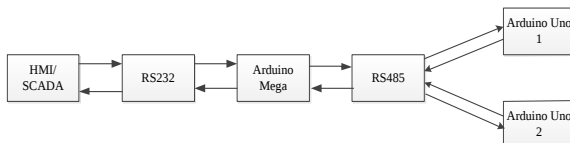
Dibuatnya system kendali dan *monitoring* ini diharapkan dapat menekan atau menghilangkan permasalahan-permasalahan yang timbul dalam penggunaan teknologi tanam hidroponik.

2. METODA PENELITIAN

2.1 Arsitektur Sistem

Perancangan arsitektur sistem akan dijelaskan melalui beberapa diagram blok yang mewakilirancangan dari perangkat keras. Diagram blok tersebut sebagai berikut.

2.1.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan



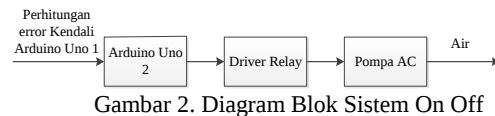
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Diagram Blok yang ditunjukkan oleh Gambar 1. menjelaskan sistem secara keseluruhan, dimana sistem ini menggunakan 2 buah Arduino Uno dan 1 buah Arduino Mega yang dikomunikasikan menggunakan protokol ModBus dengan media komunikasi RS485. Ketiga Arduino tersebut memiliki fungsinya masing-masing, diantaranya :

1. Arduino Mega berfungsi sebagai *Communication Controller*, yaitu mikrokontroler yang berfungsi menghimpun semua data sistem dan diteruskan ke HMI/SCADA.
2. Arduino Uno 2 berfungsi sebagai RTU yang berfokus pada pengendalian sistem menggunakan metode kendali PID

3. Arduino Uno 3 berfungsi sebagai RTU yang mengendalikan sistem secara On-Off

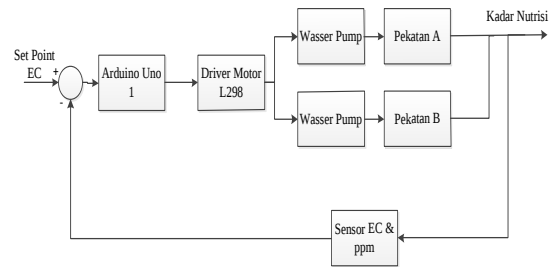
2.1.2 Diagram Blok Sistem On Off



Gambar 2. Diagram Blok Sistem On Off

Diagram blok pada Gambar 2. menjelaskan kerja sistem *on-off* yang berfungsi untuk mengkompensasi hasil proses kendali PID untuk pengaturan larutan yang dibuat.

2.1.3 Diagram Blok Sistem Kendali PID

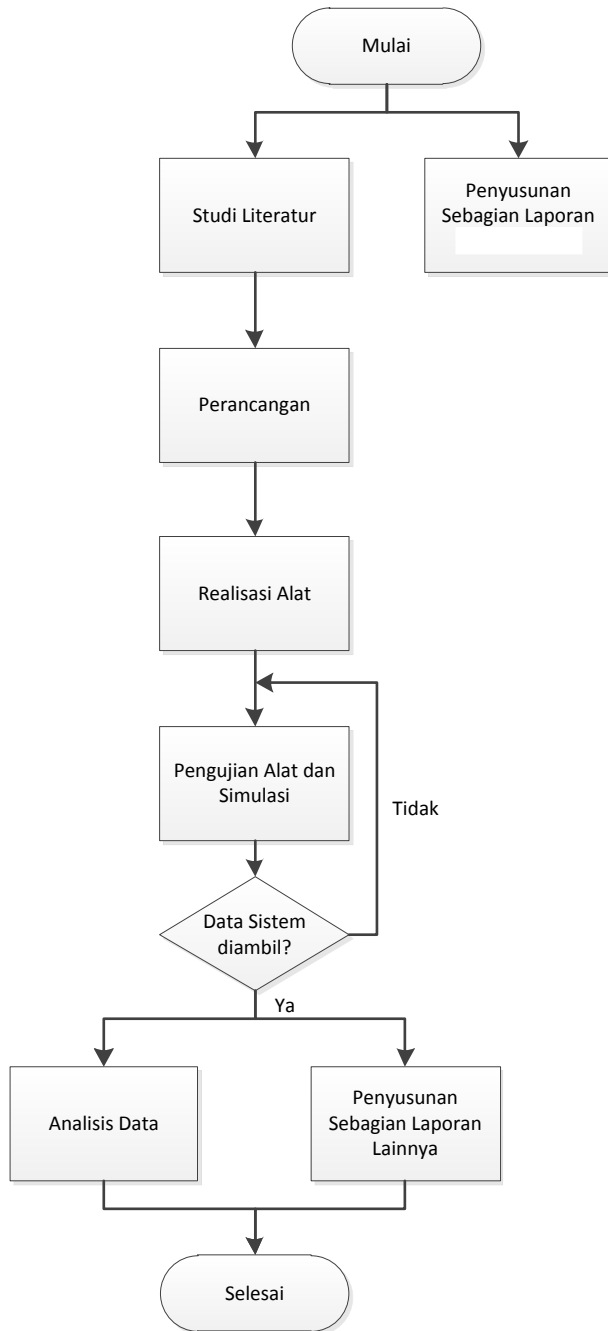


Gambar 3. Diagram Blok Sistem Kendali PID

Pada Gambar 3. dijelaskan mengenai cara kerja kendali PID pada sistem yang dibuat. Arduino 1 akan bekerja dalam mengatur kadar nilai EC dan ppm pada larutan yang digunakan dengan memanfaatkan pembacaan nilai kadar terkait menggunakan sensor EC&ppm yang dibuat berdasarkan prinsip kerja kapasitansi. Prinsip kapasitansi tersebut berkenaan dengan pemanfaatan larutan sebagai media dielektrik pada dua buah plat sejajar dari sensor yang digunakan. Proses pengisian dan pengosongan ini yang memberikan nilai tegangan pada Arduino. Nilai yang terbaca Arduino ini lah yang kemudian dikonversi ke besaran EC & ppm.

2.2 Alur Pelaksanaan

Dalam pelaksanaan penelitian ini, alur yang digunakan adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Alur Pelaksanaan Penelitian

Dalam upaya menyelesaikan penelitian terkait sistem yang dibuat digunakan alur pelaksanaan seperti Gambar 4., dimana alur ini digunakan sebagai acuan agar pelaksanaan penelitian berjalan sebaik mungkin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian algoritma setiap sistem yang dikembangkan diuji satu persatu. Pengujian tersebut dibagi menjadi:

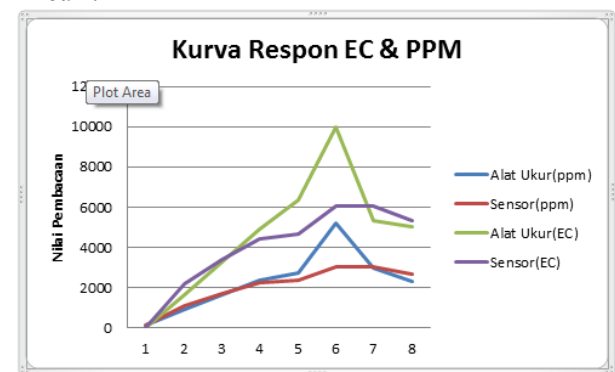
- Pengujian Sensor terhadap alat ukur
- Pengujian Sensor terhadap nilai EC
- Pengujian sensor terhadap nilai ppm

3.1 Pengujian Sensor terhadap Alat Ukur

Skenario pada pengujian sensor terhadap alat ukur ini dilakukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan program arduino yang telah ada dengan nilai EC & ppm yang terbaca oleh alat ukur. Pembacaan nilai sensor ini memanfaatkan perubahan konsentrasi pupuk pada air sumur yang digunakan secara konstan, baik perubahan konsentrasi dengan menambahkan pupuk (pengentalan) atau dengan menambahkan volume air (pengenceran). Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat kesesuaian pembacaan sensor dengan alat ukur berdasarkan program yang sudah ada.

Pembacaan yang dihasilkan berdasarkan program yang ada menunjukkan nilai yang mendekati nilai pembacaan alat ukur, akan tetapi hanya pembacaan tersebut hanya stabil untuk pembacaan EC dan tidak berlaku terhadap pembacaan ppm. Beberapa kasus menyebabkan pembacaan nilai ppm jauh berbeda dengan pembacaan yang ada pada alat ukur. Hal tersebut terjadi karena program yang ada berfokus pada pengolahan data EC kemudian hasil olahan tersebut dikonversi dengan nilai tertentu agar menjadi ppm namun nilai tersebut tidak terstandarisasi.

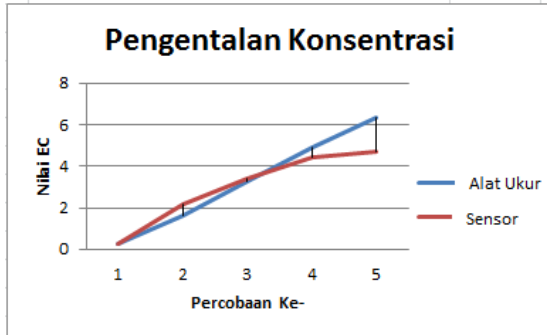
Berikut hasil perbandingan sensor dengan alat ukur yang menunjukkan perbandingan yang cukup baik.



Gambar 5. Kurva Respon EC & ppm

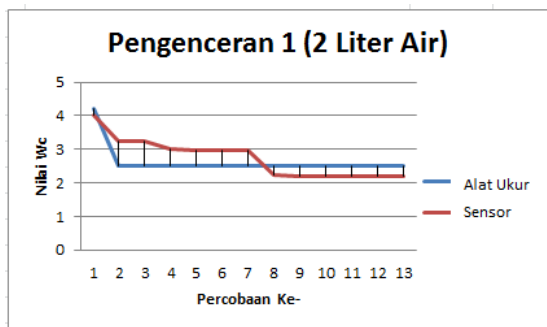
3.2 Pengujian Sensor terhadap EC

Pengujian sensor terhadap EC ini dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat kesesuaian yang dihasilkan oleh sensor dengan alat ukur menggunakan program konversi EC yang sudah ada. Skenario pengujiannya dilakukan sama seperti pengujian sebelumnya, tetapi pengujian pengentalan dan pengenceran dilakukan terpisah.



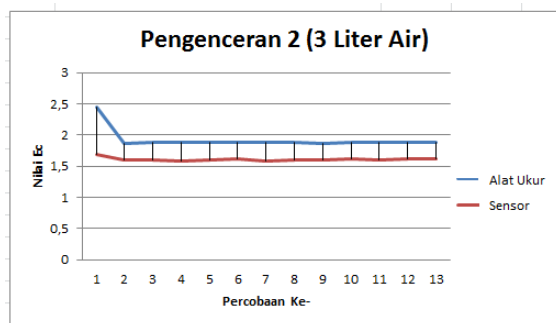
Gambar 6. Grafik EC Ketika Pengentalan Konsentrasi

Pada proses pengentalan nilai EC yang terbaca sensor dengan alat ukur memiliki presentasi error sebesar 18,9%



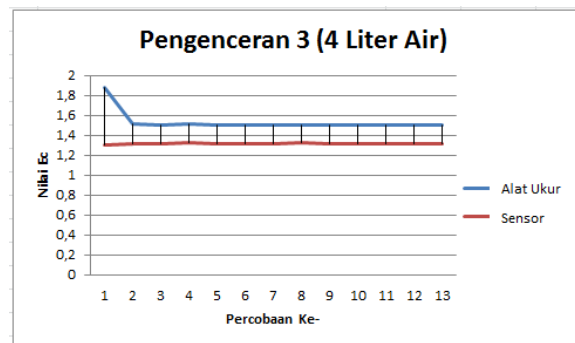
Gambar 7. Grafik EC Ketika Pengenceran 2 Liter Air

Pada proses pengenceran 2 liter air nilai EC yang terbaca sensor dengan alat ukur memiliki presentasi error sebesar 16,34%



Gambar 8. Grafik EC Ketika Pengenceran 3 Liter Air

Pada proses pengenceran 2 liter air nilai EC yang terbaca sensor dengan alat ukur memiliki presentasi error sebesar 15,67%

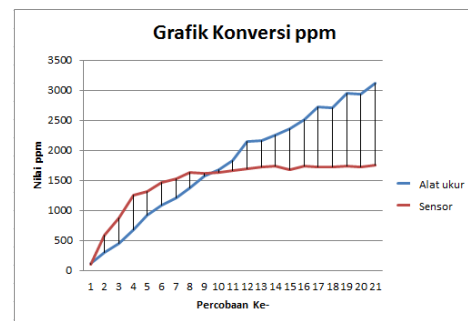


Gambar 9. Grafik EC Ketika Pengenceran 4 Liter Air

Pada proses pengenceran 2 liter air nilai EC yang terbaca sensor dengan alat ukur memiliki presentasi error sebesar 14,04%. Berdasarkan grafik-grafik tersebut nilai error yang dihasilkan sebesar 16,23%, nilai tersebut dapat dikatakan baik.

3.3 Pengujian Sensor terhadap Ppm

Berdasarkan perbedaan nilai pembacaan ppm dengan alat ukur yang tidak stabil maka pengukuran dan konversi pembacaan sensor ke ppm dilakukan dengan skenario pemanfaatan pembacaan nilai adc yang dihasilkan dari sensor yang berbasis kapasitansi ini terhadap perubahan nilai konsentrasi larutan. Melalui pembacaan adc yang dibandingkan dengan alat ukur tersebut dibuat persamaan konversi dengan mengasumsikan perubahan nilai pembacaan bersifat linear. Berikut grafik konversi yang dilakukan.



Gambar 10. Grafik Konversi ppm

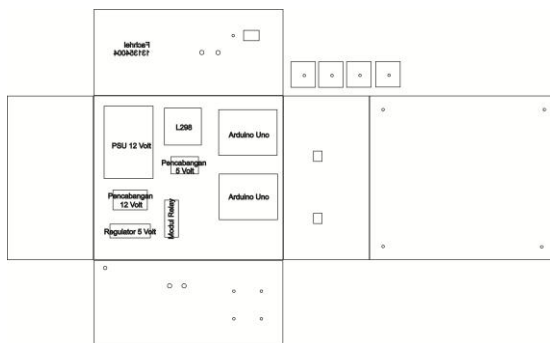
Grafik tersebut menunjukkan konversi adc ke ppm dengan membandingkan pembacaan alat ukur.

Presentasi error yang dihasilkan cukup besar yaitu 35.8%, namun hal tersebut belum bisa dikatakan buruk sebab faktor-faktor penyebab konversi berbeda, diantaranya

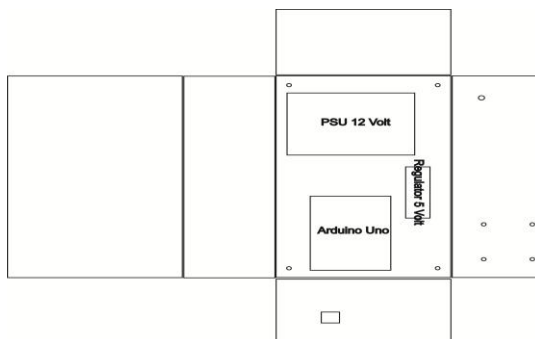
- Asumsi perubahan linear.
- Alat ukur yang dijadikan referensi tidak terstandar dengan baik, hal ini dibuktikan dengan 2 buah alat ukur dengan produk dan spesifikasi yang sama pembacaannya berbeda.

1.4 Realisasi Perangkat Keras

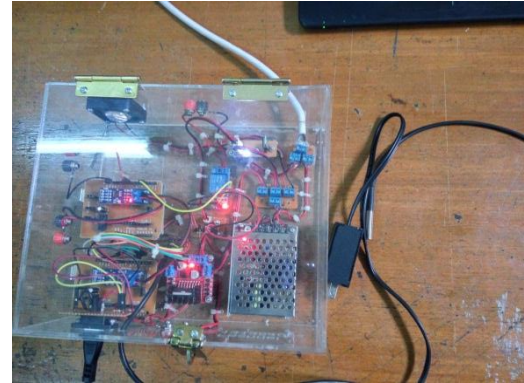
Realisasi perangkat keras pada penelitian ini adalah realisasi dibagian mekanik. Realisasi mekanik yang dimaksud meliputi pembuatan 2 buah boks sistem dimana boks pertama adalah boks yang digunakan untuk komponen-komponen (termasuk 2 buah RTU) yang ditempatkan langsung di lokasi utama dan boks yang lain dimana didalamnya terdapat sebuah *Communication Controller* (Arduino Mega) yang nantinya ditempatkan di *controlroom*



Gambar 11. Perancangan Boks Untuk RTU



Gambar 12. Perancangan Boks untuk *Communication Controller*



Gambar 13. Realisasi Boks RTU

2. DISKUSI

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengganti sensor menggunakan sensor yang lebih handal yaitu sensor EC & ppm yang sudah berbentuk modul untuk mengukur langsung nilai EC & ppm yang ada, kendalanya terdapat diharga yang sangat mahal.

Selain itu, penelitian ini tetap dapat dikembangkan dengan menggunakan sensor yang dibuat sendiri untuk menanggulangi kendala harga dengan syarat alat ukur sebagai pembanding harus terstandar dengan baik dan handal juga proses konversi secara matematis harus lebih teliti terhadap perubahan yang terjadi.

3. KESIMPULAN

Mengacu hasil pengujian sensor yang dibuat dapat digunakan untuk merepresentasikan umpan balik pada sistem kendali PID walaupun nilai kesalahan yang dihasilkan perlu dievaluasi lagi. Evaluasi yang dapat dilakukan dalam mengembangkan sistem kendali yang dimaksud terletak pada perangkat pendukung seperti alat ukur juga pada proses pengolahan yang harus diteliti lagi.

4. SARAN

Untuk mengembangkan alat terkait maka sebaiknya :

1. Mengganti sensor yang dibuat dengan sensor modul yang ada, dengan konsekuensi dan kendala yang harus diterima.
2. Tetap menggunakan sensor yang dibuat sendiri, dengan mengganti alat ukur dengan alat ukur yang terstandar dan handal.

3. Mengolah data secara matematis dengan lebih teliti.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT, orang tua, keluarga, dan pembimbing yang membantu dan mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Kustanti, "Pengendalian Kadar Keasaman (pH) Pada Sistem Hidroponik Stroberi Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Uno," pp. 1–6, 2014.
- [2] S. Edition, *A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener. .*
- [3] L. Zuhaida, E. Ambarwati, and E. Sulistyaningsih, "Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) Hidroponik Diperkaya Fe," vol. 13, pp. 13–16, 2011.
- [4] M. Subandi, N. P. Salam, and B. Frasetya, "Pengaruh Berbagai Nilai EC (Electrical Conductivity) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*AmaranthusSp* .) pada Hidroponik Sistem Terapung (Floating Hydroponic System)," vol. IX, no. 2, pp. 136–152, 2015.
- [5] M. K. St, M. Eng, and M. Syariffudin, "MINI SCADA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 32 DENGAN KOMUNIKASI MODBUS RS 485 DAN SISTEM MONITORING MENGGUNAKAN VISUAL BASIC," pp. 243–248.