

RANCANGAN SISTEM PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS MIKROKONTROLER PADA RUANG PERTUMBUHAN FODDER (*FODDER GROWTH CHAMBER*)

Design of a Microcontroller-Based Temperature and Humidity Control System for Fodder Growth Chamber

Bambang Marhaenanto^{1)*}

¹⁾Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Jalan Kalimantan No. 37 Kampus Tegal Boto, Jember, 68121, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi Penulis: bmarhaen@unej.ac.id

ABSTRACT

The availability of green feedstock for sheep is difficult to find during a dry season. To resolve this problem, seed seedlings such as sorghum and corn are known as green fodder is needed. In order to maintain seedling productivity, fodder planting is carried out in a chamber to control temperature, humidity, and light regulators. The objective of this study was to design a fodder growth chamber for providing sheep feed. The chamber is 4×3×3 m (l×w×h) which is equipped with a tray rack, evaporative cooler, humidifier, exhaust fan, and LED strip. A controller unit was employed to maintain temperature and humidity. The controller is based on a microcontroller that is programmed using BASCOM AVR. The controller unit was tested to maintain the temperature within the range of 35-45°C and humidity within 55-75%. It resulted a graph that indicated that temperature has fluctuated between desired range as well as humidity. Corn seeds were grown on the tray (700 g per tray) for 10 days and produced 1500 g per tray.

Keywords: *animal feed, automatic control, fodder microcontroller*

PENDAHULUAN

Domba merupakan salah satu hewan ternak yang banyak dibudidayakan masyarakat petani di pedesaan. Selain mudah cara pemeliharaan dan cepat berkembang biak, domba memiliki pangsa pasar yang baik sebagai bahan utama sate, gulai, dan sebagainya yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Selain itu, domba juga sering disembelih untuk upacara keagamaan seperti sebagai hewan qurban, aqiqah, dan sebagainya. Dalam pemeliharaannya, domba bisa dikandangkan atau dilepas secara liar. Namun demi keamanan, kebanyakan

pemeliharaan domba dilakukan dalam kandang atau area terbuka yang dilengkapi dengan pagar keliling. Secara liar, domba bisa mencari pakan rumput sendiri. Tetapi untuk yang dikandangkan, peternak harus menyediakan pakan domba dengan cara merumput (mencari rumput) yang tersedia secara liar di pekarangan, sawah, hutan, dan sebagainya.

Ketersediaan rumput di lapang tidak ada masalah saat musim hujan. Tetapi pada musim kemarau rumput menjadi kering dan sulit ditemukan di lapang. Akibatnya peternak mencari alternatif pakan untuk memenuhi kebutuhan ternaknya seperti

merumput ke luar daerah atau menggunakan pakan buatan.

Salah satu alternatif pakan ternak yang belum banyak dikenal masyarakat Indonesia adalah menggunakan semaiian biji-bijian seperti sorgum dan jagung. Jenis pakan ini di luar negeri disebut dengan *fodder* (Sumberg, 2002; Meredith & Oxley, 2014; Naik *et al.*, 2015). *Fodder* kebanyakan dibudidayakan secara hidroponik dengan umur tanaman 7 sampai 10 hari tergantung jenis tanamannya. Secara hidroponik, perakaran tanaman menjadi bersih dan dapat dikonsumsi juga oleh ternak selain hijauannya. Dalam rangka menjaga produktivitas semaiian, penanaman *fodder* dilakukan dalam suatu ruang (*chamber*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu, kelembaban, dan cahaya.

Proses penyemaian biji-bijian memerlukan kondisi lingkungan yang ideal untuk mendapatkan hasil semaiian bermutu baik. Kondisi tersebut antara lain suhu terjaga 20-27°C, RH (*relative humidity*) di atas 60%, intensitas cahaya rendah dengan lama penyinaran 16 jam per hari, ketersediaan air, dan nutrisi yang cukup selama pertumbuhan (Al-Karaki & Al-Hakimi, 2012; Fazaeli *et al.*, 2012).

Penggunaan jagung sebagai *fodder* sejak lama sudah dilakukan. Bunting & Willey (1959) dan Bunting (1966) telah mempublikasikan hasil studinya mengenai *fodder* jagung. Selanjutnya Kumar *et al.* (2017) dalam percobaannya menghasilkan bahwa penanaman *fodder* jagung yang optimal diperoleh pada berat benih jagung 60 kg/ha. Dengan jumlah benih tersebut dihasilkan *fodder* terdiri atas protein kasar/CP (1542,1 kg/ha), eter ekstrak/EE (367,4 kg/ha), dan *ash yield* (1280,0 kg/ha).

Penyemaian *fodder* harus dilakukan dengan metode hidroponik (tanpa tanah) untuk menghasilkan pakan yang bersih dan bisa dikonsumsi ternak termasuk akarnya. Dalam teknik hidroponik memerlukan wadah/pot untuk menempatkan benih yang disusun sedemikian rupa sehingga sirkulasi cairan nutrisi dapat berlangsung terus menerus.

Di Indonesia *fodder* belum banyak dibudidayakan sehingga perlu adanya percobaan penyemaian biji-bijian dalam sebuah ruang pertumbuhan yang dapat dikendalikan iklim mikronya. Oleh karena itu, perlu adanya desain ruang pertumbuhan *fodder* (*fodder growth chamber*) yang tepat untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal dari *fodder*.

Oleh karena itu, tujuan umum dari penelitian ini adalah mengembangkan sebuah ruang pertumbuhan *fodder* jagung. Ruang ini dilengkapi dengan unit pengendali suhu, RH, dan sumber cahaya tambahan berupa lampu LED

METODE PENELITIAN

Landasan Desain

Rancangan *fodder growth chamber* didasarkan pada prinsip kerja sebagai berikut:

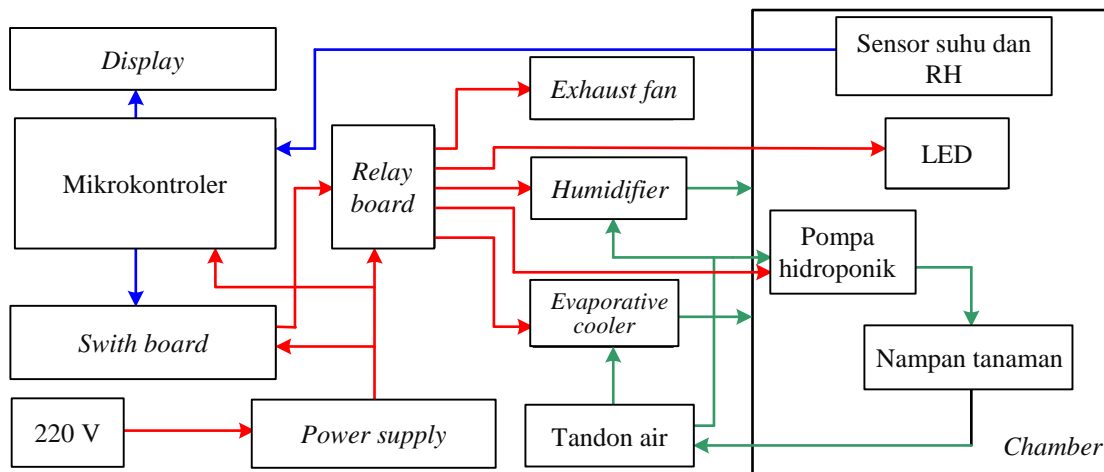
- (a) Ruang pertumbuhan menggunakan rangka besi dengan penutup dinding dan atap berupa polikarbonat;
- (b) rak disediakan untuk menempatkan nampan sebagai wadah dari biji jagung;
- (c) jaringan irigasi disediakan untuk mengairi nampan secara hidroponik;
- (d) suhu ruangan dikendalikan dengan unit pendingin (*evaporative cooler*)

- dan *exhaust-fan* yang bekerja secara otomatis;
- (e) RH (*relative humidity*) ruangan dikendalikan dengan unit *humidifier* yang bekerja secara otomatis;
 - (f) sensor suhu dan sensor RH dipasang dalam ruangan sebagai detektor suhu dan RH untuk diteruskan ke unit pengendali elektronik sebagai dasar untuk memutuskan kapan unit pendingin dan unit *humidifier* bekerja;

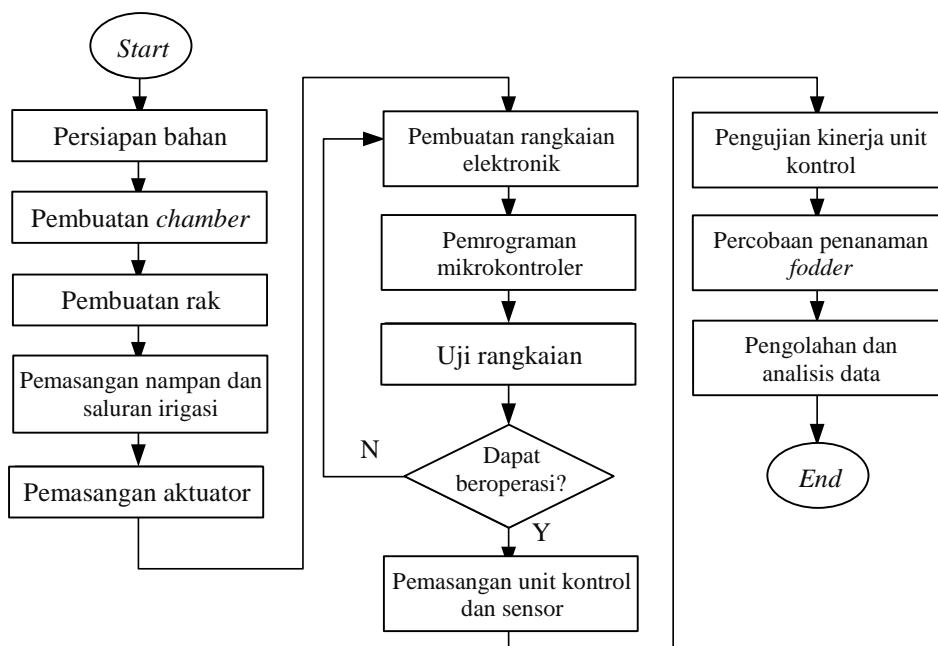
- (g) lampu dan pompa irigasi dikendalikan dengan *timer* yang memungkinkan bekerja secara periodik.

Rancangan Fungsional

Beberapa unit fungsional diperlukan dalam penelitian ini. Adapun unit-unit fungsional tersebut yang digunakan untuk menyusun desain *fodder growth chamber* digambarkan dalam blok diagram seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Rancangan fungsional



Gambar 2. Flowchart tahapan penelitian

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disajikan dalam *flowchat* pada **Gambar 2**. Penelitian diawali dengan persiapan bahan, pembuatan *chamber*, rak, pemasangan nampan, dan pipa-pipa irigasi, serta pemasangan aktuator. Selanjutnya dilakukan pembuatan unit kontrol berupa rangkaian elektronik, pemrograman mikrokontroler, dan pemasangan unit kontrol pada *chamber*. Tahap terakhir penelitian yakni pengujian kinerja unit kontrol dan percobaan penanaman *fodder*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi *Fodder Growth Chamber*

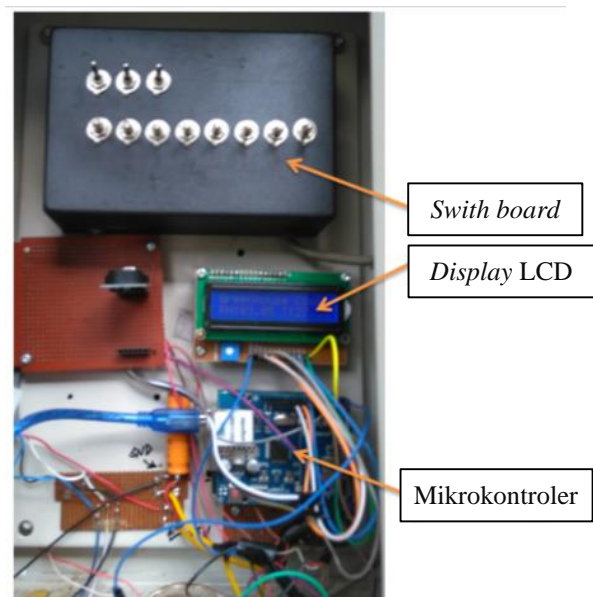
Hasil pembuatan konstruksi *chamber* dan rak disajikan pada **Gambar 3**. Ukuran dimensi *chamber* adalah 4×3×3 m. Di dalam *chamber* dilengkapi dengan rak 5 tingkat yang mampu memuat 80 buah nampan plastik sebagai pot hidroponik dimana benih jagung ditempatkan. Beberapa aktuator terpasang pada *chamber* ini diantaranya *evaporative cooler*, *exhaust fan*, *sprayer/humidifier*, pompa sirkulasi air hidroponik, dan lampu LED.



Gambar 3. Konstruksi *fodder growth chamber*

Konstruksi Unit Kontrol

Unit kontrol berupa rangkaian elektronik berbasis mikrokontroler yang ditempatkan pada panel *box* seperti terlihat pada **Gambar 4**. Unit kontrol ini berfungsi mengendalikan suhu dan RH ruang pada rentang nilai yang bisa diatur sehingga unit kontrol dilengkapi dengan sensor suhu dan RH, *relay board*, *display*, dan *switch board*.



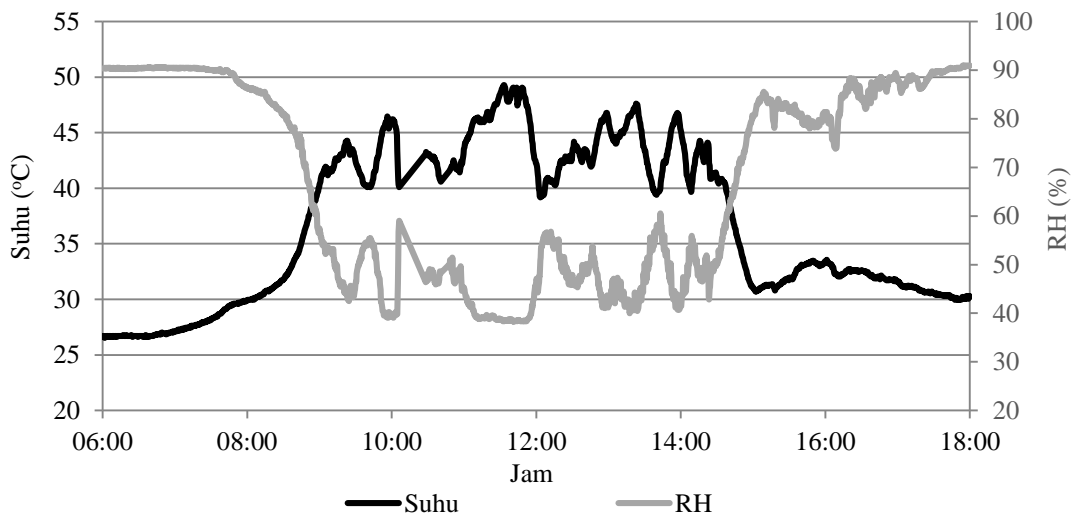
Gambar 4. Konstruksi unit kontrol

Program khusus dibuat dalam bahasa BASIC menggunakan *software* BASCOM AVR. Program tersebut dirancang untuk memenuhi operasi pengontrolan sesuai algoritma yang dapat mempertahankan suhu dan RH ruangan.

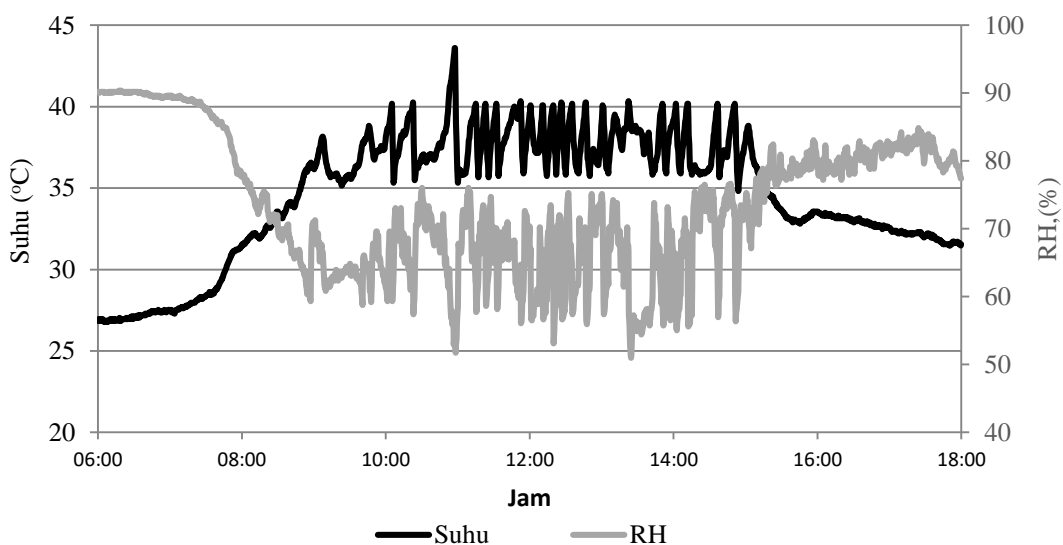
Performansi Unit Kontrol

Uji kinerja unit kontrol menghasilkan rekaman data pengamatan suhu dan RH dengan interval sekitar 22 detik. Pengamatan dilakukan selama 2 hari pada pukul 06:00 sampai pukul 18:00. Hari pertama tidak dilakukan pengontrolan, suhu ruang direkam apa adanya, sedangkan hari kedua suhu dan RH dikontrol secara otomatis pada rentang suhu 35-40°C dan RH antara 55-75%.

Hasil pengamatan hari pertama tersaji pada **Gambar 5**, sedangkan pada hari kedua disajikan pada **Gambar 6**. Dari **Gambar 5** terlihat bahwa perubahan suhu dan RH berbanding terbalik secara konsisten. Kenaikan suhu ruang diikuti oleh penurunan RH. Fluktuasi suhu dan RH terjadi secara alami akibat perubahan posisi matahari dan cuaca selama pengamatan seperti adanya awan/mendung.



Gambar 5. Fluktuasi suhu dan RH dalam ruang tanpa pengontrolan



Gambar 6. Fluktuasi suhu dan RH ruang dengan pengontrolan otomatis

Berdasarkan **Gambar 6**, suhu dan RH berfluktuasi pada rentang yang konsisten sesuai *set point* yang telah ditentukan. Penyimpangan terjadi pada beberapa titik, misalnya pada sekitar jam 11, suhu hampir mencapai 65 dan RH turun mencapai 25%. Ini terjadi akibat adanya *error* unit kontrol yang tidak terduga. Tetapi secara keseluruhan suhu terjaga diantara 35-45°C sesuai *range* yang ditentukan. Demikian juga dengan RH, terjaga pada rentang 55-75%.

Fluktuasi suhu dan RH berbentuk gergaji merupakan tipikal dari teknik kontrol otomatis secara ON-OFF. Ini terjadi karena ketika suhu mencapai batas atas, unit pendingin akan bekerja, mengakibatkan penurunan suhu. Ketika suhu turun mencapai batas bawah pendingin otomatis mati, akibatnya suhu ruang kembali naik sebagai pengaruh panas matahari. Perubahan periodik ini membentuk fluktuasi berbentuk gergaji seperti pada **Gambar 6**.

Hasil Penanaman *Fodder* Jagung

Percobaan penumbuhan benih jagung dalam ruang *chamber* dengan kontrol otomatis dilakukan dengan menebar biji jagung pada nampan. Per nampan, satu lapis benih jagung memerlukan sebanyak 700 gram benih. Pertumbuhan benih jagung menghasilkan *fodder* seperti **Gambar 7**.



Gambar 7. *Fodder* jagung hasil percobaan penanaman dalam *chamber*

Fodder jagung siap panen kemudian ditimbang dan menghasilkan rata-rata tiap nampan sebanyak 1500 g. *Chamber* dan rak yang dirancang memiliki kapasitas 80 nampan yang dikelompokkan menjadi 10. Oleh karena itu, setiap kelompok memiliki kapasitas 8 nampan. Penanaman kontinyu dengan siklus 10 harian akan menghasilkan 8×1,5 kg atau 12 kg per hari. Jika kebutuhan pakan domba adalah 10% dari berat badannya per hari, dimana rata-rata berat domba adalah 40 kg, maka pakan yang dibutuhkan adalah 4 kg per ekor per hari. Dengan kapasitas 12 kg per hari maka *fodder growth chamber* ukuran 12 m² yang dirancang dapat digunakan untuk memenuhi pakan domba sebanyak 3 ekor.

KESIMPULAN

Rancangan konstruksi *fodder growth chamber* telah berhasil dibuat dengan menggunakan kerangka besi dan penutup polikarbonat berukuran 4×3×3 m yang dilengkapi dengan unit kontrol berbasis mikrokontroler. Uji performansi unit kontrol menunjukkan kestabilan suhu dan

RH ruang/*chamber* pada rentang nilai yang dikehendaki.

Percobaan penanaman *fodder* jagung pada *chamber* menghasilkan 1500 gram per nampan dari benih jagung sebanyak 700 gram. *Fodder growth chamber* yang dirancang memiliki kapasitas produksi 12 kg per hari secara kontinyu dengan siklus penanaman selama 10 hari.

Penelitian ini masih perlu dilanjutkan dengan melakukan percobaan penanaman jagung pada berbagai variasi perlakuan. Beberapa variasi perlakuan diantaranya pengaruh suhu dan RH, pengaruh pemberian pupuk, pengaruh pemberian cahaya tambahan, dan sebagainya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ketua LP2M (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat), Universitas Jember dan Rektor Universitas Jember atas support pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2006). *BASCOM 8051 Help Reference*. MCS Electronics. (<http://8051help.mcselec.com/index.html>) [Diakses tanggal 5 Juni 2021].

Al-Karaki, G.N., & Al-Hashimi, M. Green (2012). Fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic conditions. *International Scholarly Research Network ISRN Agronomy*, pp: 1-5.

Bunting, E., & Willey, L. (1959). The cultivation of maize for fodder and ensilage Part II. The effect of changes in plant density. *The Journal of Agricultural Science*, 52(3), 313-319.

Bunting, E. (1966). Maize—an alternative fodder crop in Britain. *Outlook on Agriculture*, 5(3), 104-109.

Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Tabatabayee, S.N., & Asghari-Tabrizi, M. (2012). Productivity and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system. *World Applied Sciences Journal*, 16(4), 531-539.

Kumar, R., Singh, M., Meena, B.S., Ram, H., Parihar, C.M., Kumar, S., & Yadav, M.R. (2017). Zinc management effects on quality and nutrient yield of fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(8), 1013-1017.

Marhaenanto B., Sony, P., & Salokhe, V. (2013). Development of an internet-based greenhouse control system. *International Agricultural Engineering Journal*, 22(2), 72-83.

Meredith, D., & Oxley, D. (2014). Food and fodder: Feeding England, 1700-1900. *Past & Present (Oxford Academic)*, 222(1), 163-214.

Naik, P.K., Swain, B.K., & Singh, N.P. (2015). Production and utilisation of hydroponics fodder: Review. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 32(1), 1-9.

Sumberg, J. (2002). The logic of fodder legumes in Africa. *Food Policy*, 27(3), 285-300.