

RANCANG-BANGUN PENGERING PANILI OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

Heru Supriyono¹, Sandi Ariwibowo², dan Fatah Yasin Al Irsyadi³

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

³Program Studi Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: Heru.Supriyono@ums.ac.id

Abstrak

Kekurangannya dipunyainya pada mesin pengering panili konvensional adalah pada faktor kontrol dalam proses pengeringannya masih manual sehingga menyebabkan kualitas panili yang kurang terjamin. Artikel ini membahas hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu tentang perancangan dan pembuatan mesin pengering panili otomatis berbasis mikrokontroler. Sistem pengaturan panas dan kelembaban dilakukan dengan metode sistem kendali kalang tertutup berbasis mikrokontroler AT89S51. Cara kerja mesin pengering panili yang dibuat adalah dengan memanfaatkan aliran udara panas yang dihasilkan heater pada ruang pemanasan yang kemudian disebarkan/ disirkulasikan ke ruang pengeringan oleh tiga buah blower. Untuk mengendalikan panas agar tetap stabil pada rentang suhu 59 °C - 60 °C dan kelembaban dibawah 70% digunakan alat pengendali suhu yang dilengkapi dengan sensor suhu LM35 dan sensor kelembaban RHK1AN. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa suhu dan kelembaban pada ruang pengeringan lebih stabil dan lebih merata jika dibandingkan dengan mesin konvensional. Disamping itu, waktu pengeringan juga bisa diset otomatis sehingga mesin akan mati dengan sendirinya setelah waktu pengeringan selesai. Dari segi kualitas hasil pengeringan, hasil percobaan pengeringan dengan menggunakan panili yang baru dipanen menunjukkan bahwa hasil pengeringan dengan menggunakan mesin pengering yang baru sudah lebih baik daripada hasil dari mesin konvensional karena panas lebih merata dan stabil dalam ruang pengeringan.

Kata kunci: Mesin pengering panili, pengendali otomatis, mikrokontroler.

Pendahuluan

Pengolahan panili pada prinsipnya ada 3 tahap. Tahap pertama adalah pelayuan yaitu dengan merebus panili dalam air dengan suhu antara 65-95 selama 2 menit, dengan tujuan menghentikan proses respirasi yang terjadi dalam buah tanpa mengurangi kadar enzim dalam buah. Tahap kedua adalah pemeraman yaitu panili ditata dan disusun dalam kotak khusus dan karung goni sebagai alasnya, dilakukan setelah pelayuan, dilakukan selama 48 jam, bertujuan untuk memberikan kesempatan enzim melangsungkan pembentukan aroma. Tahap ketiga (tahap terakhir) adalah pengeringan yaitu untuk mengurangi kadar air dalam panili hingga 25-30%, dilakukan dengan dioven atau dijemur. Kondisi saat ini, peralatan yang digunakan untuk proses pengeringan masih menggunakan peralatan tradisional dimana semua proses pengendalian suhu dan kelembaban dalam pengeringan dilakukan dan dikontrol secara manual oleh manusia menggunakan kompor elpiji sebagai pemanas.

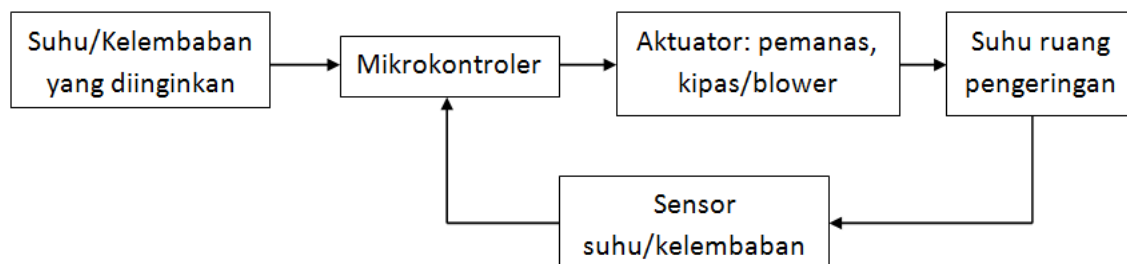
Dari ketiga tahap yang paling dominan adalah tahap pengeringan. Teknologi pengeringan bahan pertanian sebenarnya sederhana yaitu hanya memberikan tambahan energi dalam bentuk panas ke produk untuk menurunkan kandungan air dari produk. Sumber panas dapat diperoleh secara alami dari panas sinar matahari atau dari sumber panas buatan baik listrik, kompor, atau sumber lainnya. Untuk mempercepat proses pengeringan bahan pertanian dilakukan dengan cara udara pengering disirkulasikan secara kontinyu melewati bahan yang dikeringkan. Untuk menghasilkan panili dengan kualitas bagus dalam kotak pengeringan suhu dalam kotak seharusnya dijaga pada kisaran antara 60 °C – 65 °C dan dengan kelembaban 70%. Suhu udara pengering yang terkontrol menjamin proses pengeringan dilakukan secara benar dan efisien dalam penggunaan energi sehingga kualitas bahan kering terjamin. Suhu yang terkontrol pada kisaran tertentu berpengaruh pada laju perpindahan panas dari udara pengering ke bahan yang dikeringkan, laju penguapan air dari bahan ke udara pengering, dan penguapan bahan aromatik yang menimbulkan cita rasa khas pada panili.

Kelemahan sistem pengering tradisional adalah panas yang dihasilkan oleh sumber panas yaitu kompor gas kurang stabil dan operator harus selalu mengecek apakah suhu dalam kotak pengering sesuai dengan tingkat

seharusnya. Disamping itu pengaturan waktu pemanasan yang dilakukan secara manual, akan menyebabkan lamanya waktu pemanasan kurang presisi. Dengan berkembangnya sistem kontrol sekarang ini, maka akan lebih baik apabila peralatan yang masih tradisional diubah dengan sistem otomatisasi sehingga akan lebih efisien dan membuat hasil yang lebih bermutu tinggi. Sistem kontrol secara elektronik memudahkan operator dalam mengoperasikan alat, dan mengurangi waktu yang digunakan untuk mengawasi alat selama proses pengeringan. Keuntungan lain penggunaan sistem kontrol otomatis adalah, walaupun proses tidak diawasi, namun ia berjalan pada situasi yang diinginkan dan proses dapat diatur kapan waktu berhentinya dengan pengaturan waktu proses pengeringan. Beberapa penerapan kontrol otomatis dalam proses pengeringan sudah dibuat oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya untuk pengering krupuk (Syafriyudin dan Purwanto, 2009), mesin pengering gabah (Yanto, 2012), dan alat pengering pakaian (Marpuah, 2010). Namun, sejauh yang kami ketahui dari sumber informasi baik cetak maupun elektronik, perancangan dan pembuatan alat pengering untuk panili belum pernah dilaporkan oleh peneliti sebelumnya. Oleh karena itu penelitian ini mengangkat tema perancangan dan pembuatan alat pengering panili secara otomatis yang mampu bekerja sendiri dan selesai tepat pada waktunya.

Konsep pengendalian suhu dan kelembaban ruangan

Pengendalian suhu pada suatu ruangan atau alat bisa dilakukan dengan dua metode yaitu sistem kendali kalang terbuka dan sistem kendali kalang tertutup (Ogata, 2002). Pengendalian suhu ruangan dengan menggunakan sistem kendali kalang tertutup terdapat mekanisme pengecekan suhu di ruangan yaitu dengan menggunakan sensor. Untuk sebuah sistem kendali suhu ruangan metode kalang tertutup berbasis prosesor (mikrokontroler), sensor akan mengukur suhu aktual di ruangan dan kemudian mengirimkan hasil pengukurannya ke prosesor (mikrokontroler). Mikrokontroler selanjutnya akan membandingkan suhu yang diinginkan dengan suhu aktual hasil pengukuran oleh sensor. Hasil perbandingan suhu antara nilai yang diinginkan dengan nilai aktualnya inilah yang akan digunakan oleh mikrokontroler apakah akan menghidupkan atau mematikan pemanas atau kipas yang ada di ruang pengeringan. Blok diagram sistem pengendali suhu ruangan dengan menggunakan metode sistem kendali kalang tertutup berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Blok diagram sistem pengendalian kalang tertutup untuk pengendalian suhu.

Pada penelitian ini perangkat utama yang digunakan adalah Mikrokontroler AT89S51 (Atmel, 2008), analog to digital converter (ADC) 0804, sensor kelembaban RHK1AN, dan sensor suhu LM35.

Metode Penelitian

Konstruksi Mesin Pengering Panili

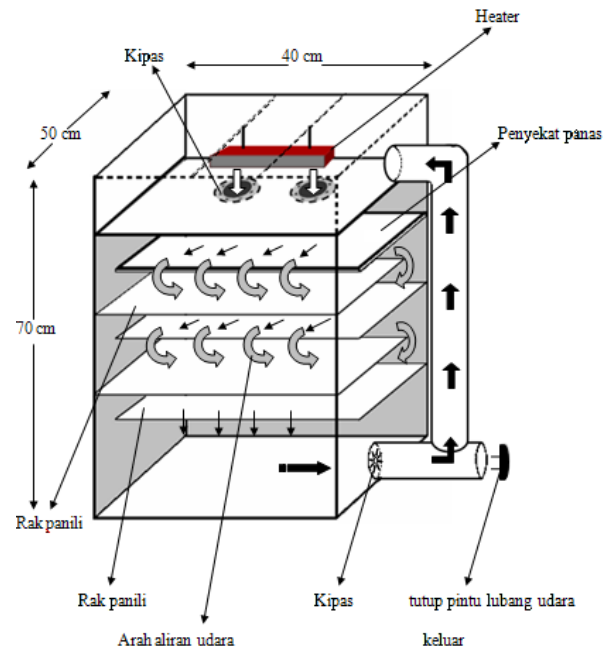
Dalam penelitian ini, dirancang dan dibuat prototipe mesin pengering panili yang mempunyai kapasitas 5 kg. Mesin pengering panili ini mempunyai bentuk fisik seperti sebuah almari dengan sisi samping yang mempunyai 2 buah lubang aliran udara yang berfungsi sebagai saluran sirkulasi udara. Bentuk fisik mesin pengering panili yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2(a).Mesin Pengering Panili Baru tampak luar.(b).Mesin Pengering Panili Baru tampak dalam

Posisi rak untuk menempatkan panili dibuat dengan posisi zig-zak untuk memperlancar aliran udara. Penambahan rak penyekat panas dilakukan agar udara panas yang mengalir dari blower tidak langsung mengenai panili. Komponen dan bahan penyusun mesin pengering panili baru adalah sebagai berikut: besi panjang bentuk L sebagai kerangka mesin, plat besi yang berfungsi sebagai body mesin dan rak tempat panili dan rangkaian pengendali suhu dan kelembaban. Rangkaian pengendali suhu dan kelembaban terdiri dari beberapa komponen yang meliputi: tiga buah *blower* 12 V sebagai pendorong udara panas, *heater* 500 VA/ 220 V yang berfungsi memanaskan udara dalam ruang pemanasan, sensor suhu (LM 35) yang berfungsi mengamati perubahan suhu dalam ruang pengeringan, kabel, besi peralon, dan mekanik VCD 2 buah.

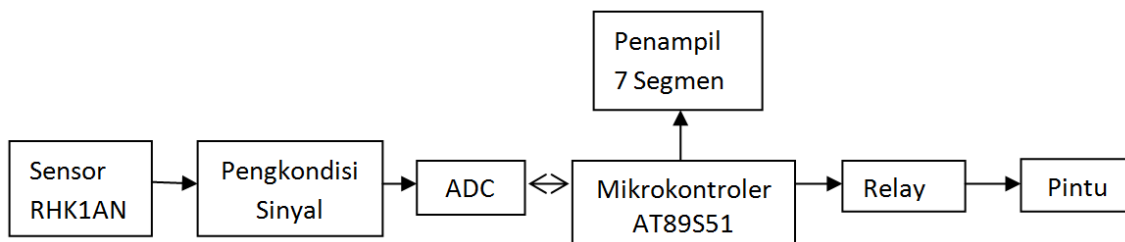
Mesin pengering panili ini mempunyai dimensi sebagai berikut: panjang 50 cm, lebar 40 cm, tinggi 70 cm, diameter *blower* 8 cm, panjang tempat panili 45 cm, lebar tempat panili 39 cm, jarak tiap rak panili 6 cm, panjang peralon 50 cm. Bahan yang digunakan dalam pembuatan mesin pengering panili baru ini semuanya menggunakan plat besi. Hal ini dikarenakan karena bahan-bahan tersebut tahan dengan temperatur suhu yang tinggi dan kuat untuk konstruksinya. Pada sisi samping mesin terlihat 2 buah besi peralon panjang dan pendek. Besi peralon panjang menghubungkan ruang heater dengan ruang paling bawah, dan pada bagian ujung bawah dan atas terdapat pintu otomatis yang berfungsi membuang udara ketika kelembaban sudah melebihi 70%. Sementara besi peralon pada sampingnya juga terdapat pintu otomatis yang berfungsi sebagai lubang sirkulasi ketika pintu udara bagian bawah terbuka dan bagian atasnya tertutup. Selain konstruksi mesin pengering panili yang diperluas, terdapat beberapa komponen penyusun mesin pengering panili yang ditambahkan. Beberapa komponen yang ditambahkan antara lain berupa pemanas listrik/ *heater*, kipas angin/ *blower*, dan rangkaian pengendali suhu dan kelembaban. Sketsa konstruksi mesin pengering panili yang baru dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Sketsa Konstruksi Mesin Pengering Panili Baru.

Perancangan Bagian Sensor Suhu dan Kelembaban

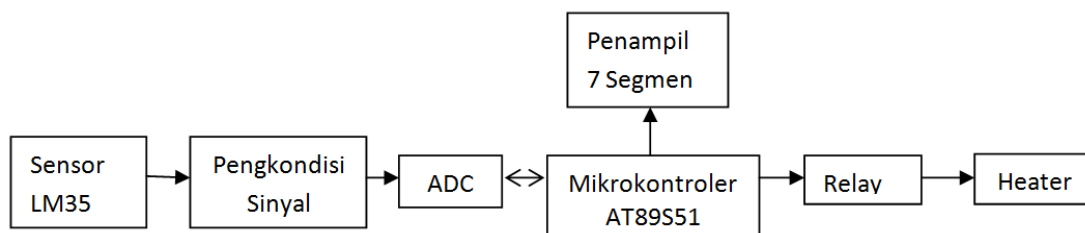
Rancangan rangkaian bagian sensor kelembaban dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram bagian Sensor Kelembaban (RHK1AN) dan 7 segmen.

Secara garis besar, cara kerja blok diagram Gambar 4 dapat dijelaskan sebagai berikut. Pertama-tama sensor kelembaban (RHK1AN) mengubah besaran kelembaban udara yang ada dengan cara merubah nilai kapasitifnya menjadi suatu besaran tegangan. Keluaran dari sensor berupa sinyal analog. Sinyal analog keluaran dari sensor biasanya masih tercampur dengan derau. Sebuah rangkaian pengkondisi sinyal diperlukan untuk memisahkan sinyal hasil sensor dengan derau yang timbul. Agar sinyal analog dapat diolah oleh mikrokontroler AT89S51, maka diperlukan suatu system yang dapat merubah sinyal analog menjadi sinyal digital, system yang diperlukan tersebut adalah ADC. Sinyal-sinyal digital yang telah dihasilkan oleh ADC, akan diolah oleh mikrokontroler AT89S51. Sinyal-sinyal digital berupa kode biner akan diproses oleh perangkat lunak yang dibuat pada mikrokontroler untuk mengatur kerja dengan memberikan perintah low (0) yang akan mengaktifkan pintu udara melalui relay. Hasil proses hardware atau perangkat keras dan perangkat lunak ini akan mengaktifkan kerja dari mekanik (pintu sirkulasi udara).

Rancangan rangkaian bagian sensor suhu dapat dilihat pada Gambar 5. Prinsip kerja rangkaian pada blok diagram diatas dapat dijelaskan sebagai berikut: pertama-tama sensor suhu LM35 akan mengubah besaran temperatur menjadi tegangan. Keluaran dari sensor berupa sinyal analog. Sama dengan pada blok rangkaian kelembapan, rangkaian pengkondisi sinyal diperlukan untuk menghilangkan derau pada sinyal hasil keluaran sensor suhu. Agar sinyal analog dapat diolah oleh suatu mikrokontroler AT89S51, maka diperlukan suatu sistem yang dapat mengubah sinyal analog yang menjadi sinyal digital yaitu ADC. Sinyal-sinyal digital yang telah dihasilkan oleh ADC, akan diolah oleh mikrokontroler AT89S51. Sinyal-sinyal digital berupa kode biner akan diproses oleh perangkat lunak (*software*) kemudian proses perangkat lunak akan mengatur kerja dengan memberikan perintah low (0) yang akan mengaktifkan heater melalui relay sesuai dengan program yang ada pada mikrokontroler. Program pada mikrokontroler dilakukan dengan bahasa assembler.



Gambar 5 Blok diagram bagian sensor suhu.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian sensor suhu

Pada percobaan ini peneliti mencoba menempatkan sensor suhu pada sekat pemanas kemudian dilakukan pengukuran suhu aktual pada ruang pengeringan. Percobaan pertama meletakkan 4 thermometer disetiap rak, hasil yang didapat yaitu ketika suhu pada tampilan 7 segmen menunjukkan 60°C, pada rak I dan II thermometer menunjukkan angka ±59°C, pada rak III dan IV suhu tertampil dalam thermometer ±57°C. Karena besarnya suhu aktual yang terukur pada setiap rak berbeda maka kemudian penulis melakukan perubahan pada blowernya, yaitu dengan menambahkan daya sehingga kecepatan kipas bertambah yang berpengaruh pada laju aliran udara, sehingga panas pada tiap-tiap rak akan lebih merata. Kemudian dilihat dari hasil tampilan thermometer di rak I-IV menunjukkan angka ±59°C. Hasil pengukuran aktual ini menunjukkan bahwa aliran udara lebih merata sehingga menyebabkan ketinggian suhu untuk semua rak di ruang pengeringan merata. Dari percobaan diatas menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dan sudah terkalibrasi dengan thermometer. Hanya adaperbedaan sedikit yang diakibatkan letak sensor dengan thermometer yang tidak dalam satu tempat.

Pengujian sensor kelembaban

Sensor kelembaban ditempatkan di bagian rak paling bawah. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa penempatan sensor kelembaban di bagian bawah adalah mengukur kelembaban setelah udara melewati rak rak berisi panili yang dipanaskan. Kemudian percobaan dilakukan dengan proses kalibrasi dengan pengukuran aktual kelembaban dengan alat hydrometer. Sensor kelembaban RHK1AN memiliki konversi yang linier yaitu dengan kenaikan 20mV sama dengan 1% kelembaban ditampilkan pada penampil 7 segmen. Percobaan yang dilakukan untuk mengkalibrasi yaitu meletakkan hydrometer didekat sensor kelembaban, yaitu di bagian rak paling bawah. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa pada saat tampilan 7 segmen menunjukkan tampilan 50%, hydrometer menunjukkan angka 48%, dan ketika 7 segmen menunjukkan tampilan 70%, hydrometer menunjukkan angka 69%. Perbedaan pengukuran yang masih berada dikisaran ± 1% dinilai masih kecil dan masih diterima.

Pengujian heater dan blower

Percobaan dilakukan dengan cara meletakkan thermometer (air raksa) pada rak pertama hingga rak terakhir. Hal ini penulis lakukan untuk mengecek apakah terjadi perbedaan suhu yang terjadi pada tiap raknya, apakah heater yang digunakan cukup untuk memenuhi panas yang dibutuhkan, juga untuk mengetahui apakah udara yang digerakkan oleh blower sudah cukup merata. Percobaan untuk rak 1 dan 2 membutuhkan waktu + 15 menit untuk mencapai 60 ° C. Pada rak 3 dan 4 dengan waktu yang samayakni + 15 menit thermometer (air raksa) menunjukkan suhu 55-57 ° C. Dari hasil percobaan ini didapatkan kesimpulan bahwa panili sebaiknya dimasukkan ke ruang pengeringan 15 menit setelah alat pengering dihidupkan

Pengujian fungsionalitas alat secara keseluruhan

Pada prinsipnya semua mesin pengering panili baik yang konvensional maupun yang modern menggunakan konsep dasar fisika, yaitu perpindahan energi panas. Fenomena perpindahan panas sendiri terbagi menjadi tiga yaitu secara konduksi, radiasi dan konveksi. Ketika mesin dihubungkan ke sumber listrik maka heater, blower dan alat pengendali suhu akan menyala (ON). Ketika heater telah menyala maka akan meningkatkan suhu udara sekitar heater akibat berubahnya massa fluida. Saklar ditekan akan mengaktifkan heater dan Fan, sampai pada batas yang diinginkan yaitu pada rentang suhu 60-65°C. Pada suhu maksimal tersebut heater akan dimatikan dengan perintah pada mikrokontroler dan apabila sudah pada batas minimal heater akan diaktifkan kembali. Heater dan sensor kelembaban bekerja bersamaan, dimana heater akan memanaskan, kipas berfungsi supaya panas

yang dihasilkan heater merata keseluruh kotak pengeringan, sensor kelembaban akan bekerja yaitu pada suhu 60-65°C + 70%. Maksudnya kelembaban relatif atau *Relative Humidity* (RH) 70 % dari suhunya. Apabila melebihi dari prosentase yang diinginkan maka sensor kelembaban akan membuka saluran udara dan sebaliknya. Jadi saluran udara otomatis membuka dan menutup dikontrol oleh nilai kelembaban. Fungsi saluran udara disini untuk mengatur laju pengeringan di dalam kotak pengering. Jadi kelembaban melebihi dari batas toleransinya maka sensor akan aktif dan sekaligus menutup saluran udara begitu seterusnya sampai pada batas waktu yang ditentukan yaitu selama 3 jam, setelah bekerja selama 3 jam alat akan mati secara otomatis dengan menggunakan timer pada mikrokontroler.

Nilai suhu dan kelembaban ditampilkan dalam 7 segmen. Meningkatnya suhu di ruang pemanasan disertai dengan berputarnya *blower* yang berfungsi menghisap udara panas dari ruang pemanasan kemudian mendorongnya menuju ruang pengeringan. Udara panas dari ruang panas tadi didorong secara terus menerus hingga mengisi seluruh ruang pengeringan. Dorongan dari *blower* tadi membuat udara panas bergerak kebawah masuk ke tiap rak panili. Selain masuk ke rak panili udara juga terus didorong kebawah hingga masuk ke celah udara samping lalu bergerak keatas kembali hingga sampai ke ruang pemanasan. Proses ini berjalan terus menerus hingga sensor suhu yang diletakkan dalam ruang pemanasan mendeteksi suhu 600 C. Ketika suhu telah melewati batas < 600 C, maka sensor akan menginformasikan sinyal masukan tadi ke IC penggerak yang kemudian memberi perintah kepada relai untuk memutuskan arus listrik ke *heater* sehingga suhu pada ruang pengeringan tidak akan lebih dari 600 C. Hal ini dilakukan untuk mencegah perambatan panas yang berlebihan dimana apabila hal ini terjadi akan mengakibatkan panili tidak bisa mencapai kualitas yang diinginkan karena suhu yang terlalu panas. Selain sirkulasi udara panas yang stabil diperlukan pula contoh kelembaban pada ruang pengeringan agar panili tidak mengalami kegagalan dalam proses fermentasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat skema sirkulasi udara pada mesin pengering panili baru.

Untuk cara pengoperasian mesin pengering panili baru cukup sederhana yakni dengan menghidupkan mesin pengering selama + 30 menit terlebih dahulu sebelum panili dimasukkan. Hal ini dilakukan agar udara pada mesin pengering panili baru tersirkulasi, sehingga kestabilan suhu dapat lebih mudah dicapai ketika panili sudah dimasukkan kedalam ruang pengering. Ketika mesin telah beroperasi, sensor akan mendeteksi tiap kenaikan suhu didalam ruang penetasan dan menampilkannya pada layar displai. Percobaan yang telah dilakukan untuk menguji keberhasilan kinerja mesin pengering panili baru:

Pengujian dengan panili

Percobaan yang telah dilakukan untuk menguji keberhasilankinerja mesin pengering panili baru dengan obyek panili langsung sebanyak 3 kali. Untuk pengujian *pertama* penulis mencoba dengan 1Kg panili basah, penulis mengisi rak 1 hingga rak 4 dengan panili berjumlah masing-masing 1/4 kg panili tiap rak. Sebelum panili dimasukkan kedalam mesin pengering panili baru ini penulis telah menghidupkan mesin pengering terlebih dahulu selama 20 menit yang bertujuan agar suhu dalam ruang pengering lebih stabil.

Dari hasil percobaan pertama yang dilakukan selama 7 hari, terdapat perbedaan perubahan pada panili, yaitu terutama pada warna pada panili. Pada rak 1 dan 2 dari hasil pemanasan terdapat perbedaan warna dengan panili dalam rak 3 dan 4. Dengan perbedaan ini penulis berasumsi bahwa terdapat perbedaan panas antara rak 1 dan 2 dengan rak 3 dan 4, dimana rak 1 dan 2 mendapat suplay panas lebih banyak dari rak 3 dan 4. Hal ini dikarenakan posisi rak 1 dan 2 lebih dekat dengan sumber panas serta kemungkinan lain yaitu kerja dari blower kurang maksimal.

Pada percobaan *kedua* penulis mencoba melakukan pengeringan selama 3 hari dengan panili yang sama (*panili pada percobaan pertama*). Dengan cara yang sama, tetapi penulis melakukan perubahan dengan cara menukar posisi rak 1 dan 2 dengan rak 3 dan 4, dimana rak 1 dan 2 ditempatkan pada posisi rak 3 dan 4 sebelumnya, begitu pula sebaliknya dengan rak 3 dan 4. Dari hasil percobaan kedua yang dilakukan selama 3 hari, setelah penulis mengamati hasil panili antara rak 1 sampai 4 ternyata sudah tidak ada perubahan warna. Penulis berkesimpulan bahwa benar-benar terdapat perbedaan panas pada rak 1 sampai 4. Dengan acuan hasil pemanasan panili pada percobaan pertama.

Percobaan *ketiga*, pada percobaan kali ini penulis melakukan perubahan sedikit perubahan pada mesin pengering, yaitu menaikkan kecepatan putaran blower dengan menambah sumber tegangan pada blower yang semula 11 volt menjadi 13 volt. Dengan perubahan tersebut putaran udara dalam mesin pengering panili lebih cepat. Hal ini dilakukan untuk mencoba mengatasi permasalahan pada hasil percobaan *pertama* dan *kedua*. Pada percobaan ketiga ini penulis menggunakan panili yang baru, juga menambah panili menjadi 2 kg. Dengan cara yang sama penulis melakukan percobaan ini dalam waktu 7 hari. Dari hasil percobaan tersebut panili terlihat sama coklat disemua rak. Perbandingan antara mesin pengering panili otomatis yang dirancang dengan cara tradisional dalam hal efektifitas baik dari pembuatan, konsumsi daya dan perawatan mesin apabila dihitung pada kapasitas yang sama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan antara mesin pengering panili konvensional dan otomatis yang dibuat.

Mesin konvensional	Mesin pengering panili otomatis
Kapasitas produksi 8 kg	Kapasitas produksi kurang lebih 4 kg/mesin. Butuh 2 kali proses pengeringan agar sama dengan mesin konvensional.
Dibutuhkan gas elpiji sebagai sumber panas selain itu masih menggunakan daya listrik.	Tidak diperlukan biaya penggunaan gas elpiji Konsumsi daya listrik 300-400 W tiap mesin
Dilakukan pengecekan dan pengesetan beberapa kali untuk setiap proses pengeringan	Tidak banyak membutuhkan tenaga manual. control suhu dan kelembaban (<i>otomatis</i>), serta lama pengeringan Membutuhkan 1 heater sebagai media pemanas, 1 sensor kelembaban dan 1 sensor suhu beserta rangkaian pengendalinya tiap mesin.
Memerlukan tempat usaha yang lebih luas	Memerlukan tempat yang lebih kecil.
Kurang ketepatan waktu dari lama pengeringan yang ditentukan, control suhu dan kelembaban. Yang akhirnya bisa mengurangi kualitas panili bahkan bisa berakibat kegagalan dalam proses pengeringan.	Kualitas panili lebih terjamin, prosentase kegagalan dalam proses pengeringan sangat kecil.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian didapat kesimpulan bahwa konstruksi sistem pengering sudah cukup bagus hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian tiap-tiap blok rangkaian yang menunjukkan bahwa suhu di setiap rak dalam ruang pengeringan mempunyai nilai yang sama. Hal ini menunjukkan sirkulasi udara berjalan dengan baik. Hasil pengujian pembacaan sensor suhu dan sensor kelembaban juga mempunyai selisih yang sangat kecil jika dibandingkan dengan hasil pengukuran aktual dengan menggunakan termometer maupun hydrometer. Hasil pengujian aktual dengan menggunakan panili juga menunjukkan mesin pengering yang dibuat menghasilkan pengeringan yang bagus yang dapat dilihat dari warna yang seragam untuk setiap rak.

Persantunan (Acknowledgement)

Materi dalam artikel ini adalah sebagian dari tugas akhir Sandi Ariwibowo di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Daftar Pustaka

Atmel, (2008), *Data Sheet Microcontoller AT89S51*.<http://www.atmel.com/Images/doc2487.pdf>, (Diakses tanggal 21 Januari 2014) .

Marpuah, D. (2010),*“Pembuatan Prototipe Alat Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler AT89S51”*, Tugas Akhir Program DIII Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Universitas sebelas Maret.

Ogata, K., (2002), *“Modern Control Engineering”*, Pearson Education International, ISBN: 0-13-043245-8.

Syafriyudin, P., dan Prasetyo, D.,(2009),*“Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industri Rumah Tangga”*,*Jurnal. Teknologi*, Vol. 2(1) , Juni 2009, pp. 70-79.

Yanto, T. S., (2012),*“Alat Pengering Gabah Berbasis Mikrokontroler”*, Tugas Akhir Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektronika Dan Komputer Universitas Satya Wacana Salatiga, Januari 2012.