

SISTEM MONITORING GAS OKSIGEN DAN KARBONDIOKSIDA PADA RUANG PENYIMPANAN SISTEM UDARA TERKONTROL

Monitoring System of Oxygen and Carbondioxide in Controlled Atmosphere Storage System

Bambang Dwi Argo, Anang Lastriyanto, dan Nuraini Puji Astuti

Jurusan Teknik Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran - Malang

ABSTRACT

One of the ways in pickling process of main food material of vegetables and fruits is storage. Principally, the control of metabolism during storage, such as respiration, transpiration, disease infection, is designed to lengthen shelf life of horticultural products. The purpose of storage of fruits and vegetables is to lengthen product utilization, to control market demand, and to increases benefits. So far, the system of controlled atmosphere storage is still done manually either by observation of gas composition or changing gas inside the packaging. Therefore, it is needed to modify equipment for monitoring system and controlling gas automatically, so the changes of gas volume and composition in storage space of CAS can be detected.

Equipment applied in this research was microcontroller AT89S51 and its arrangement system by using computer. It had an existence of communication between a microcontroller system and a personal computer through IC RS 232. At this research the oxygen concentration changed from 21% to 2% and the carbon dioxide concentration increased from 0.03% to 2.5% at temperature of 26°C. This condition was suitable for apple var. Rome Beauty storage.

Keywords: oxygen, carbon dioxide, CAS, MKAT89S51, personal computer

PENDAHULUAN

Pada prinsipnya penyimpanan buah-buahan dan sayur-sayuran dilakukan untuk mengendalikan laju proses metabolisme, seperti respirasi, transpirasi, infeksi hama-penyakit dan untuk memperpanjang umur simpan. Tujuan penyimpanan buah dan sayuran adalah untuk memperpanjang kegunaan produk, mengontrol permintaan pasar dan meningkatkan keuntungan. Penyimpanan sistem atmosfer terkendali dan modifikasi atmosfer adalah suatu teknologi untuk memperpanjang umur simpan dari makanan, utamanya untuk buah-buahan dan sayur-sayuran dan juga untuk mengurangi hama di dalam ruang simpan padi-padian (Robinson, 2001).

Secara teknis udara terkendali (UT) mencakup penambahan atau pengurangan

gas-gas yang menghasilkan susunan udara yang sangat berbeda dengan udara biasa. Jadi, CO₂, O₂, CO, C₂H₄, asetilena, atau N₂ dapat diatur untuk mendapatkan berbagai kombinasi komposisi gas. Namun dalam penerapannya sekarang UT merupakan istilah untuk penambahan CO₂, penurunan O₂, dan kandungan N₂ tinggi dibandingkan dengan udara biasa.

Di dalam penyimpanan atmosfer terkendali, temperatur dan komposisi gas dari penyimpanan atmosfer telah diatur atau dikontrol. Kisaran konsentrasi gas di dalam penyimpanan kontrol atmosfer adalah 1-10% oksigen, 0-30% karbondioksida dan sebagai penyeimbang adalah nitrogen (Robinson, 2001).

Komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial (data dikirim satu per satu secara berurutan) sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat daripada komunikasi paralel. Kelebihan komunikasi serial ialah jangkauan panjang kabel yang lebih jauh dibandingkan paralel karena serial port mengirimkan logika 1 dengan kisaran tegangan -3 Volt hingga -25 Volt dan logika 0 untuk kisaran tegangan +3 Volt hingga +25 Volt sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama (Budiharto, 2005).

Mikrokontroler AT89S51 termasuk dalam keluarga mikrokontroler seri MCS-51, dimana chip ini sudah terdapat *Flash* ROM yang disebut PEROM (*Programmable Erasable Read Only Memory*) di dalamnya. *Flash* PEROM yaitu ROM yang dapat ditulis ulang atau dihapus menggunakan sebuah perangkat programmer. AT89S51 memiliki 4 Kbyte PEROM dan memiliki 40 pin (Sudjadi, 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem monitoring kandungan oksigen dan karbondioksida di dalam ruang penyimpanan melalui *personal computer* (PC) dengan antar muka IC RS 232 dan membuat basis data untuk menyimpan data hasil pengukuran selama proses penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember hingga Juni 2008 dan dilakukan di Laboratorium Teknik Prosesing Hasil Pertanian, Teknik Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Alat

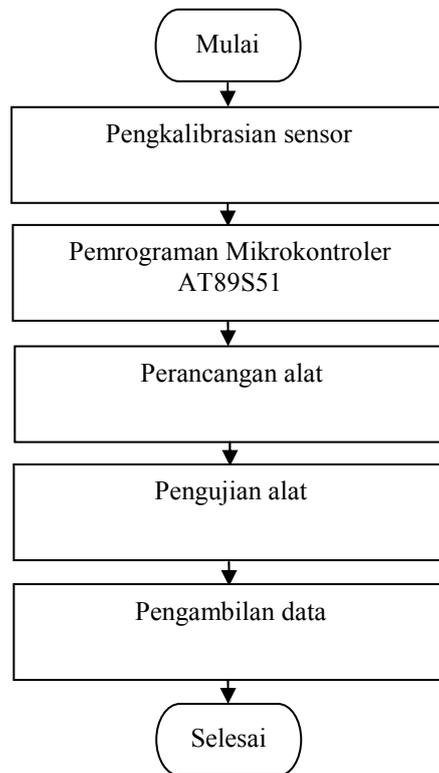
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: *Chip* mikrokontroler AT89S51, sistem minimum, dan catu daya 5 volt, sensor gas CO₂ (*FIGARO*[®] TGS 4160), Sensor gas O₂ (*FIGARO*[®] KE 25), ADC PCF 8591 I²C ADDA PCF 8591, 1 buah IC Max 232, 1 unit PC (*Personal Computer*), Tabung kaca (toples) beserta tutupnya.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penyimpanan adalah buah apel *Rome Beauty* serta gas O₂, CO₂, dan N₂.

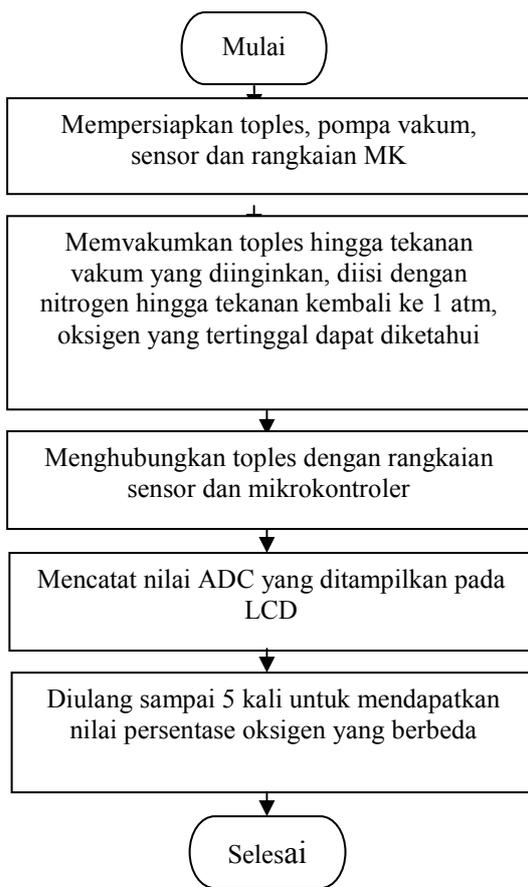
Metode Penelitian

Prinsip kerja dari penelitian ini adalah: Prinsip kerja dari rangkaian alat ini adalah melakukan pembacaan nilai oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂) didalam ruang penyimpanan dengan memasang sensor dan mengirim data tersebut ke komputer melalui mikrokontroler AT89S51 dan IC RS 232 sebagai perantara selama proses penyimpanan. Adapun tahapannya ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penelitian

Proses kalibrasi sensor oksigen menggunakan prinsip tekanan berubah volume tetap ($P_{atm} = P_{abs} + P_{gauge}$) ditunjukkan pada Gambar 2.

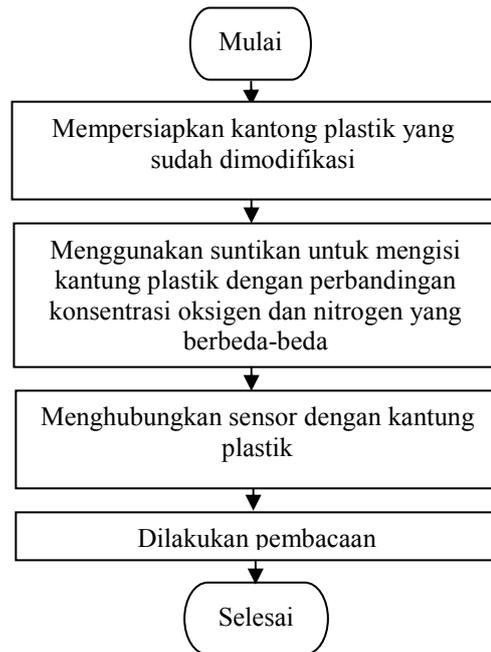


Gambar 2. Kalibrasi sensor oksigen dengan prinsip tekanan berubah volume tetap

Adapun kelebihan dan kekurangan yang harus diperhatikan dari metode ini adalah:

1. Toples yang digunakan adalah toples kaca sehingga kebocoran gas dapat diminimalkan.
2. Membutuhkan gas yang lebih banyak khususnya gas nitrogen sebagai gas inert yang digunakan untuk mengembalikan tekanan dari tekanan vakum ke tekanan 1 atm.
3. Kurang efektif dalam pembacaan persentase gas oksigen yang tertinggal di dalam toples karena udara sulit disirkulasikan.

Proses kalibrasi sensor oksigen dengan prinsip tekanan tetap volume berubah ditunjukkan pada Gambar 3.



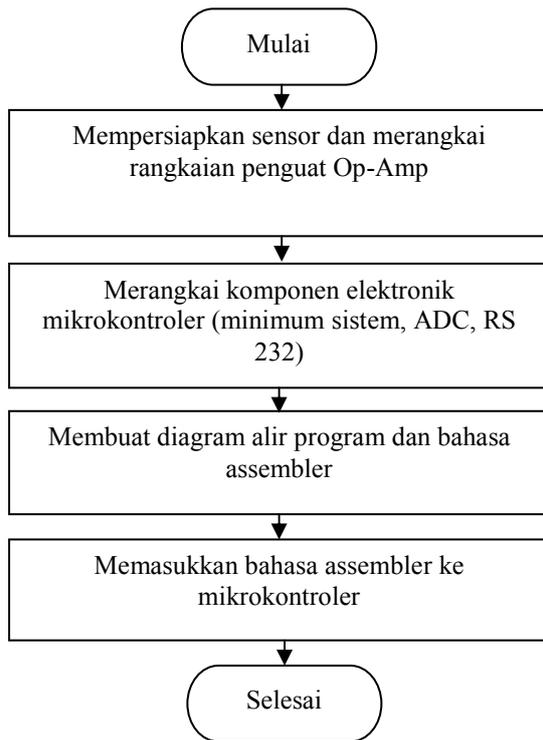
Gambar 3. Kalibrasi sensor oksigen dengan prinsip tekanan tetap volume berubah

Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode ini adalah:

1. Membutuhkan gas yang lebih sedikit (tidak memerlukan gas nitrogen sebagai penyeimbang).
2. Lebih efektif dalam pembacaan gas yang dilakukan oleh sensor karena mudah disirkulasikan.
3. Ketahanan kemasan yang terbuat dari plastik memungkinkan adanya kebocoran gas.

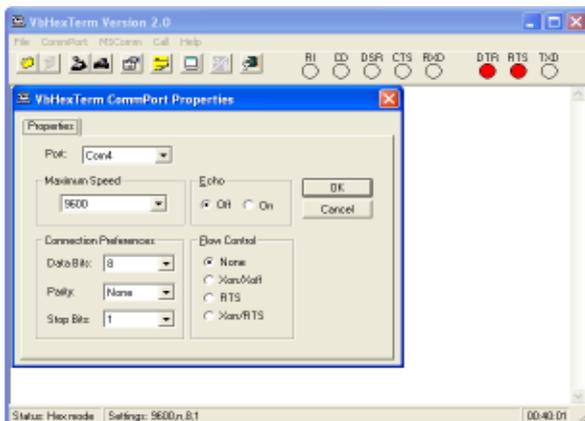
Pengujian

Pengujian sensor KE 25 dan TGS 4161 bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat membaca kandungan oksigen dan karbondioksida di dalam ruang penyimpanan dan datanya dapat terbaca oleh sistem minimum MK dalam bentuk ADC yang akan ditampilkan pada LCD. Adapun diagram alir perancangan sensor dan pembuatan sistem MK ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir perancangan sensor dan pembuatan sistem mikrokontroler

Pengujian komunikasi serial ini menggunakan bantuan aplikasi *VbHexTerm Version 2.0* untuk menerjemahkan data yang diterima oleh port serial dari mikrokontroler. Di dalam program aplikasi ini terdapat beberapa penyesuaian diantaranya adalah pengaturan beberapa parameter pada port serial yang digunakan. Pengaturan tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaturan beberapa parameter pada port serial

Maksud dari pengaturan parameter tersebut adalah port serial yang digunakan terletak pada Com4, selanjutnya kecepatan transfer yang digunakan adalah 9600 *Bits per second* (Bps), dan untuk pengaturan koneksi digunakan Data bits 8, Parity None, Stop Bits 1, serta Flow Control None. Mode yang digunakan untuk menampilkan data yang diterima dari mikrokontroler adalah mode Hexsa. Selanjutnya program akan menerima data yang dikirim oleh mikrokontroler ke port serial berupa data Hexsa. Tampilan ketika program aplikasi *VbHexTerm Version 2.0* menerima data ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan program aplikasi *VbHexTerm Version 2.0* ketika menerima data

Tujuan dari pengujian alat yaitu untuk mengetahui kinerja dari sistem secara keseluruhan, apakah sudah dapat bekerja sesuai dengan apa yang kita inginkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara merangkaikan alat secara terpadu dan mengujinya dengan program *assembler* dan *visual basic* 6.0 yang telah dibuat. Contoh *lay out* program utama yang dibuat menggunakan bahasa *visual basic* dan tampilan grafik ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Tampilan menu utama

Pada tampilan ini tersedia pilihan untuk memasukkan interval waktu yang diinginkan dalam pengambilan data, tanggal pengambilan data yang dapat berubah sesuai tanggal di PC, *test* Id, menu baru, menu berkas dan lain-lain.



Gambar 8. Tampilan grafik

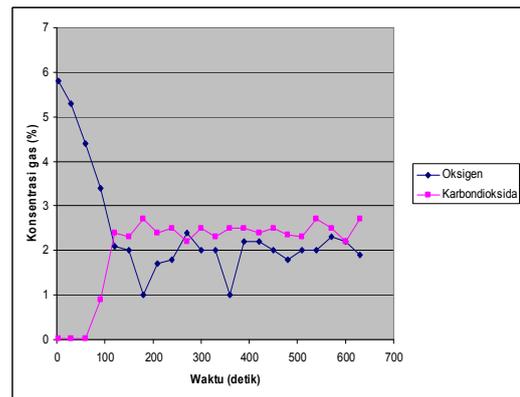
Cara menjalankan program ini adalah:

1. Klik tombol "baru", kemudian masukkan interval waktu yang diinginkan untuk monitoring kandungan gas.
2. Klik "mulai" untuk proses pengambilan data.
3. Apabila ingin menghentikan program tekan tombol stop, maka secara otomatis data akan tersimpan ke dalam basis data.
4. Apabila ingin menjalankan kembali program ini maka mulai ke prosedur awal

Dalam hal pengujian komunikasi serial, data yang ditampilkan di *personal computer* (PC) akan sama dengan data yang ditampilkan di LCD. Hal ini disebabkan karena saat sensor

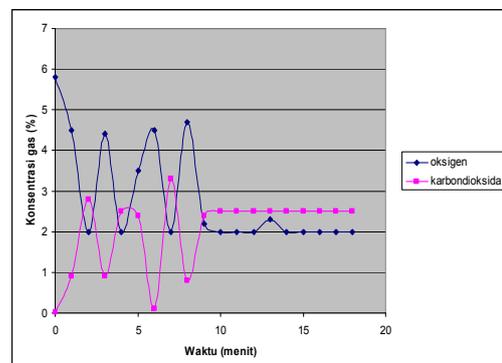
membaca nilai persentase oksigen dan karbondioksida akan ditampilkan secara langsung di LCD dan dari program yang telah dibuat data tersebut kemudian akan dikirim lewat komunikasi serial.

Data yang dihasilkan pada suhu $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, volume toples 9 lt untuk komoditas apel 1 kg ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik pengamatan pada suhu 26°C

Pada pengamatan ini terjadi penurunan kadar oksigen dan kenaikan karbondioksida sesuai dengan set batas yang diinginkan untuk penyimpanan apel *Rome Beauty* yaitu 2% oksigen dan 2,5% karbondioksida. Data yang dihasilkan pada pengamatan suhu 8°C (ruang pendingin) dan volume 1,8 lt ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengamatan pada suhu 8°C

Pada pengamatan ini terjadi laju perubahan konsentrasi gas yang cukup

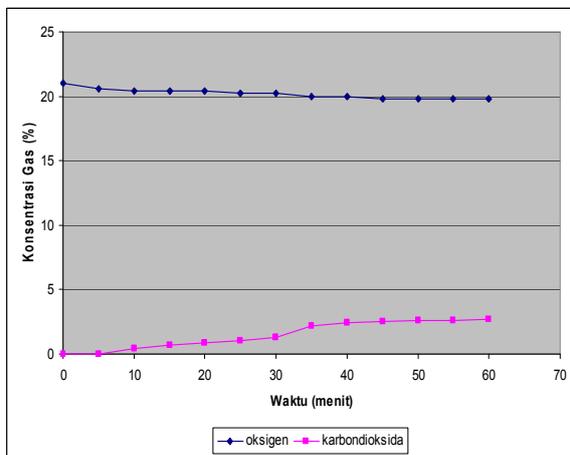
tinggi karena volume toples yang digunakan lebih kecil, sehingga perubahan konsentrasi di dalam toples lebih cepat terbaca oleh sensor.

Perbedaan yang terjadi pada kedua grafik diatas disebabkan beberapa hal antara lain:

- (1) pengaturan tekanan awal dimana laju aliran udara tidak konstan
- (2) volume toples
- (3) jumlah komoditas yang ada di dalam toples dan
- (4) suhu pada ruang penyimpanan.

Pengujian Kinerja Sensor

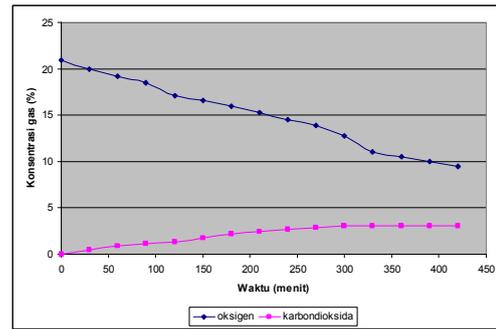
Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data apakah sensor dapat bekerja dengan baik serta dapat mengetahui besarnya laju respirasi dari komoditas di dalam ruang penyimpanan. Bahan uji yang pertama adalah brokoli. Laju respirasi brokoli ini cukup besar dibandingkan komoditas yang lain, sehingga pada saat pengambilan data didapatkan perubahan kandungan oksigen dan karbondioksida yang cukup cepat. Data kandungan gas pada ruang simpan brokoli ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik kandungan gas pada ruang simpan brokoli

Dari Gambar 11 nampak bahwa terjadi penurunan oksigen dari 21% menjadi 19,8 % dalam waktu 1 jam. Laju respirasi brokoli sebesar 4059 mg O₂/jam.

Bahan uji yang kedua adalah tikus putih. Data kandungan gas pada ruang simpan tikus putih ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik kandungan gas pada ruang simpan tikus putih

Pada toples yang berisi tikus putih terjadi penurunan oksigen dari 20,9% menjadi 9,5% dalam waktu 7 jam. Laju respirasi tikus putih sebesar 6170 mg O₂/jam.

Dari kedua bahan uji tersebut ternyata laju respirasi tikus putih lebih besar dibandingkan brokoli. Dari data diatas membuktikan bahwa kedua sampel tersebut mengalami respirasi aerob yang membutuhkan O₂ dan menghasilkan CO₂ sesuai dengan pengertian respirasi menurut Kader (1992) bahwa respirasi adalah suatu proses metabolisme dengan cara menggunakan oksigen dalam pembakaran senyawa makromolekul seperti karbohidrat, protein dan lemak yang akan menghasilkan CO₂, air dan sejumlah besar elektron-elektron. Selain itu juga membuktikan bahwa komoditas pasca panen tetap mengalami respirasi sehingga apabila tidak segera ditangani maka komoditas tersebut akan rusak atau membusuk.

Pengujian alat secara keseluruhan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Piranti hasil rancang bangun bisa digunakan dan direkomendasikan sebagai piranti sistem monitoring komposisi gas di dalam ruang penyimpanan.

KESIMPULAN

Pada rangkaian ini kemampuan sensor kandungan oksigen maksimum sampai 5,8% dan karbondioksida 3%. Hal ini dikarenakan penguatan ADC

hanya sampai pada angka tersebut. Untuk memperbaiki kinerja alat, sensor perlu dikalibrasi ulang atau mengganti rangkaian penguat, karena kemampuan sensor oksigen bisa membaca hingga kandungan oksigen 100%.

Pada proses penyimpanan terjadi penurunan kandungan oksigen dan kenaikan kandungan karbondioksida di dalam ruang penyimpanan sesuai dengan set batas yang diinginkan pada masing-masing komoditas.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, W. 2005. Interfacing Komputer dan Mikrokontroler. Elex Media Komputindo. Gramedia, Jakarta
- Kader, A. 1992. Modified Atmosphere During Transport and Storage. Postharvest of Horticulture Crops. Publication Division of Agriculture and Natural Resources, University of California
- Robinson dan Eskin. 2001. Food Shelf Life Stability. CRC Press, New York
- Sudjadi. 2005. Teori dan Aplikasi Mikrokontroler AT89C51. Graha Ilmu, Yogyakarta