



Fabrikasi Sistem Alat Ukur Temperatur Lapisan Buah Mangga dengan Menggunakan Sensor *Waterproof* LM35

Muhammad Sarif¹⁾, Iwan Sugriwan¹⁾, Arfan Eko Fahrudin¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lambung Mangkurat

e-mail : muhammadsarif30@gmail.com

ABSTRAK-Telah dibuat sistem alat ukur untuk memonitoring secara *real time* pada temperatur lapisan buah mangga dan temperatur lingkungan lemari pendingin. Ada tiga lapisan buah mangga yang dimonitoring dengan menggunakan sensor *waterproof* LM35. ketiga lapisan buah mangga yang dimaksud adalah lapisan 1 lapisan dekat dengan biji buah, lapisan 2 merupakan lapisan daging buah, dan lapisan 3 adalah lapisan di sekitar kulit buah mangga. Sinyal tegangan keluaran probe sensor LM35 dikondisikan dengan penguat tak mebalik yang mengaplikasikan IC OP07. Keluaran dari penguat tak membalik yang berupa data analog selanjutnya diolah menjadi data digital dengan modul mikrokontroler ATmega8535. Data digital hasil pengolahan mikrokontroler ATmega8535 di tampilkan ke unit penampil berupa *liquid crystal display* (LCD) 20x4 karakter. Persamaan karakteristik yang diperoleh dari kalibrasi probe sensor LM35 menunjukkan performa yang sangat baik terlihat dari hasil karakterisasi yang memiliki linieritas tinggi. Persamaan karakteristik yang diperoleh dari masing masing probe sensor LM35 adalah probe sensor 1 dengan $V = (9,663T - 6,054)$ milivolt, probe sensor 2 dengan $V = (9,656 T - 2,517)$ milivolt, probe sensor 3 dengan $V = (9,771T - 9,826)$ milivolt, dan probe sensor 4 dengan $V = (9,782T - 8,092)$ milivolt.

Kata kunci: mangga, mikrokontroler ATmega8535, sensor LM35, temperatur

I. PENDAHULUAN

Buah mangga merupakan buah jenis klimaterik yang dapat di panen dalam keadaan mentah dan kematangan buah dapat diperoleh dari proses pemeraman. Buah mangga dijadikan komoditas ekspor yang menduduki peringkat ketiga setelah buah nenas dan rambutan. Sebagai komoditas ekspor, buah mangga harus dijaga mutu dan kesegaran buah pasca panen.

Teknologi yang biasa digunakan untuk menjaga kualitas buah mangga pasca panen yaitu teknologi penyimpanan. Penyimpanan dilakukan di lemari pendingin, dengan temperatur penyimpanan diatur agar dapat mengurangi respirasi buah, proses penuaan karena adanya pematangan, pelunakan, perubahan warna, dan pelayuan (Broto, w., 2011).

Temperatur yang aman untuk menyimpan buah mangga agar tetap terjaga

mutu dan kesegarannya adalah 10-13 °C. Apabila di simpan pada temperatur di bawah batas aman penyimpanan, buah mangga menjadi tidak manis, pematangan buah yang tidak merata, dan warna kulit menjadi kusam (Pantastico *et al.*, 1983).

Pengukuran temperatur lapisan buah mangga secara *real time* belum banyak dilakukan. Pengukuran temperatur lapisan buah mangga ini dimaksudkan untuk mengetahui laju pendinginan, temperatur optimum dan temperatur deaktivasi enzim-enzim pembusukan. Fokus penelitian ini membuat prototipe sistem alat ukur untuk melakukan pemantauan secara *real time*, pencatatan secara otomatis dan terus-menerus seiring terukurnya temperatur lapisan buah mangga dan temperatur lingkungan lemari pendingin. Temperatur lapisan buah mangga yang diukur meliputi

lapisan 1 adalah lapisan dekat dengan biji, lapisan 2 yaitu daging buah, dan lapisan 3 adalah lapisan disekitar kulit buah mangga. Ketiga temperatur lapisan buah mangga dan temperatur lingkungan lemari pendingin diindera oleh sensor *waterproof* LM35. Sinyal tegangan keluaran probe sensor LM35 dikondisikan dengan penguat tak membalik dengan mengaplikasikan IC OP07. Selanjut hasil keluaran dari penguat tak membalik dihubungkan ke unit proses berupa mikrokontroler ATmega8535 dan ditampilkan ke unit penampil LCD 20x4.

Mangga (*Mangifera indica* L) merupakan salah satu jenis buah musiman iklim tropis yang bernilai ekonomis tinggi. Berdasarkan karakter fisiologisnya mencakup pola respirasi (produksi CO₂) dan produksi etilen, buah dapat dibedakan menjadi buah klimakterik dan buah non klimakterik. Produksi CO₂ dan produksi etilen dari buah klimakterik mengalami lonjakan produksi pada saat buah matang, sementara untuk buah non klimakterik tidak terjadi lonjakan produksi baik CO₂ maupun etilen. Secara praktis, perbedaan antara buah klimakterik dan buah non klimakterik adalah menyangkut perolehan buah matang yaitu kematangan buah klimakterik dapat diperoleh melalui pemeraman, sedangkan buah non klimakterik hanya dapat diperoleh di pohon atau tidak dapat diperam. Buah mangga termasuk buah klimakterik (Brown *et al.*, 1986, Pantastico *et al.*, 1983, Chaplin 1984).

Faktor yang mempengaruhi penurunan mutu buah mangga adalah penanganan pada saat panen, pengaruh temperatur, respirasi dan laju transpirasi buah mangga. Penyimpanan merupakan salah satu tindakan penanganan buah pasca panen yang bertujuan menjaga dan mempertahankan mutu komoditas yang disimpan. Tujuan utama dilakukannya penyimpanan buah segar adalah pengendalian laju transpirasi dan respirasi yang menyebabkan penurunan mutu dan kesegaran buah mangga. (Pantastico, 1989).

1.2 Probe Sensor LM35

Sensor temperatur LM35 merupakan satu diantara seri sensor temperatur dengan presisi celcius yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. Sensor LM35 ini berbentuk *integrated circuit* (IC) yang mempunyai prinsip kerja untuk mengubah besaran temperatur menjadi tegangan. (National Semiconductor, 1994).



Gambar 1. Bentuk Fisik Probe sensor LM35 (Indoware, 2016)

Probe sensor LM35 memiliki 3 kabel seperti pada Gambar 1 yang masing-masing kabelnya memiliki fungsi yaitu Kabel merah untuk tegangan masukan +5 volt, Kabel kuning untuk tegangan keluaran sensor. Sedangkan kabel hitam sebagai *ground*. Spesifikasi probe sensor LM35 yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (Indoware, 2016):

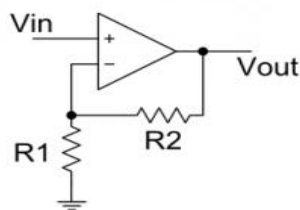
1. Menggunakan sensor temperatur LM35DZ sebagai komponen utama.
2. Dapat digunakan di dalam air.
3. Memiliki semua kelebihan dari sensor LM35DZ, seperti terkalibrasi dalam satuan celcius, faktor skala linear 10mV/°C, rentang pengukuran 0-100°C, dan tegangan sumber 4VDC – 30VDC.

1.3 Akuisisi Data

Keluaran dari probe sensor LM35 adalah tegangan yang masih dalam orde milivolt. sinyal tegangan keluaran probe LM35 dikondisikan dengan pengkondisi sinyal yang mengaplikasikan penguat tak membalik. Rangkaian penguat tak membalik menggunakan op-amp dengan cara

memberikan masukan pada terminal masukan tak membalik. R_{in} (resistor input) dan R_f (resistor umpan balik) dengan *ground* dan kaki pembalik seperti pada Gambar 2. Besarnya penguatan tegangan rangkaian penguat tak membalik tergantung pada harga R_{in} dan R_f yang dipasang. Penguatan tegangan output dari rangkaian penguat tak membalik dapat dituliskan persamaan matematis sebagai berikut (Malvino, 1985).

$$A = \left(\frac{R_f}{R_{in}}\right) + 1 \quad (1)$$



Gambar 2. Rangkaian Penguat Tak Membalik (non inverting) (Jung, 2005).

Tegangan keluaran dari penguat tak membalik dihubungkan dengan mikrokontroler ATmega8535. Instruksi program yang dieksekusi mikrokontroler AVR ini dilakukan dalam satu siklus *clock*, sehingga instruksi program yang dijalankan menjadi lebih cepat (Iswanto, 2008). Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 40 buah pin yang dikemas dalam kemasan DIP (*Dual in line package*).

Selanjutnya data digital dari pengolahan data yang diolah mikrokontroler ATmega8535 ditampilkan ke unit penampil *liquid crystal display* (LCD) 20x4.

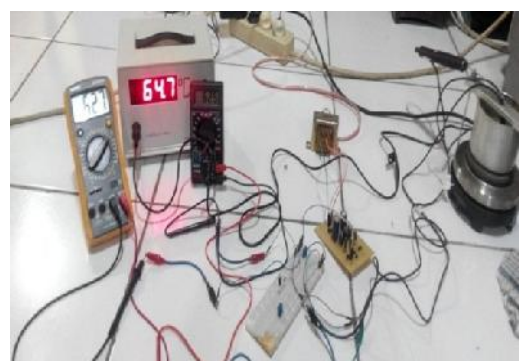
II. METODE PENELITIAN

Alat ukur temperatur lapisan buah mangga yang terealisasi meliputi catu daya teregulasi, rangkaian penguat tak membalik, modul mikrokontroler ATmega8535, kalibrasi probe sensor dan modul *software* antarmuka ke LCD. Catu daya yang dihasilkan memiliki tegangan keluaran +5 volt untuk menghidupkan mikrokontroler dan probe sensor LM35, ± 12 volt untuk menghidupkan IC OP07 yang terintegrasi pada rangkaian penguat tak membalik.

Alat ukur temperatur lapisan buah mangga yang dibuat memerlukan tahapan perencanaan, perancangan dan realisasi sistem pengukuran. Tahapan perancangan dan realisasi sistem pengukuran meliputi pembuatan perangkat keras, karakterisasi probe sensor LM35, dan pembuatan perangkat lunak. Perangkat keras yang dibuat adalah pembuatan catu daya, pembuatan rangkaian penguat tak membalik, modul mikrokontroler ATmega8535, dan antarmuka mikrokontroler ke *liquid crystal display* (LCD) 20x4. Perangkat lunak yang dibuat adalah pembuatan modul *software* mikrokontroler ke LCD 20x4.

III. HASIL DAN DISKUSI

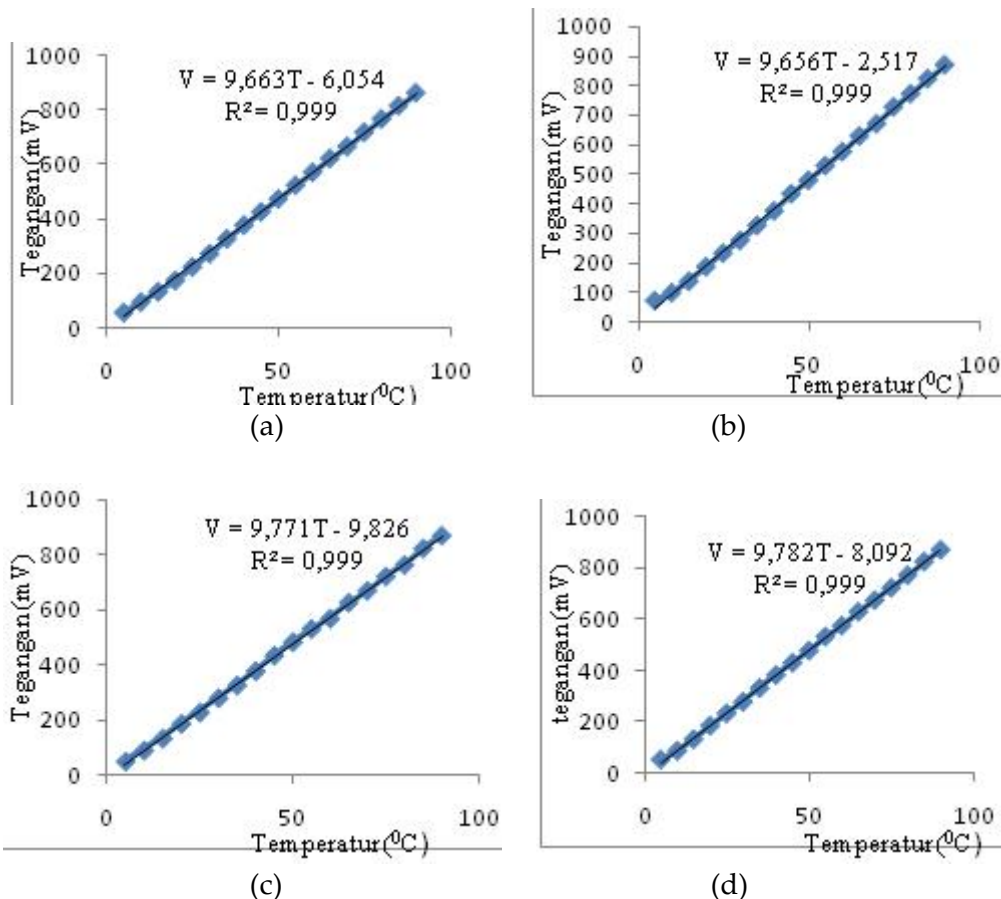
Sebelum digunakan untuk mengukur temperatur, probe sensor LM35 harus terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui karakteristik dari sensor tersebut. Kalibrasi probe sensor LM35 yang dilakukan membandingkan nilai tegangan keluaran dari probe sensor dengan temperatur yang terukur oleh termometer digital. Proses karakterisasi probe sensor LM35 yang dilakukan dengan meletakkan secara berdampingan sensor dengan probe termometer digital terlihat pada Gambar 5. Variasi temperatur didapatkan dari pemanasan *heater* yang telah diisi dengan air. Rentang temperatur untuk proses karakterisasi sensor ini dimulai dari 5 °C sampai dengan 95 °C. Data yang diambil berupa tegangan yang keluar dari kaki V_{out} probe sensor LM35 dengan setiap kenaikan 5 °C yang terukur di termometer digital.



Gambar 3. Proses karakterisasi probe sensor LM35

Hasil karakterisasi probe masing-masing probe sensor LM35 diperoleh data hasil karakterisasi yang berpadanan dengan grafik karakteristik masing-masing probe sensor. Hasil karakterisasi probe sensor 1 yang ditunjukkan pada Gambar 4(a) dengan persamaan karakteristik yang dihasilkan $V =$

$(9,663T - 6,054)$ milivolt dengan V merupakan nilai tegangan keluaran sensor dalam orde milivolt dan T adalah temperatur dalam derajat *celcius*. Karakteristik dari probe sensor 1 diperoleh korelasi antara data tegangan keluaran sensor dan temperatur hasil karakterisasi sebesar 0,999.



Gambar 4. Grafik karakteristik hubungan temperatur dan tegangan (a) probe sensor 1; (b) probe sensor 2; (c) probe sensor 3; (d) probe sensor 4

Hasil dari karakterisasi probe sensor 2 seperti pada Gambar 4(b) Hasil karakterisasi probe sensor 2 memperoleh persamaan karakteristik yaitu $V = (9,656 T - 2,517)$ milivolt. Persamaan karakteristik tersebut menunjukkan faktor pengali dari probe sensor 2 sebesar 9,656 milivolt. Nilai korelasi antara tegangan keluaran probe sensor 2 dengan temperatur sebesar 0,999.

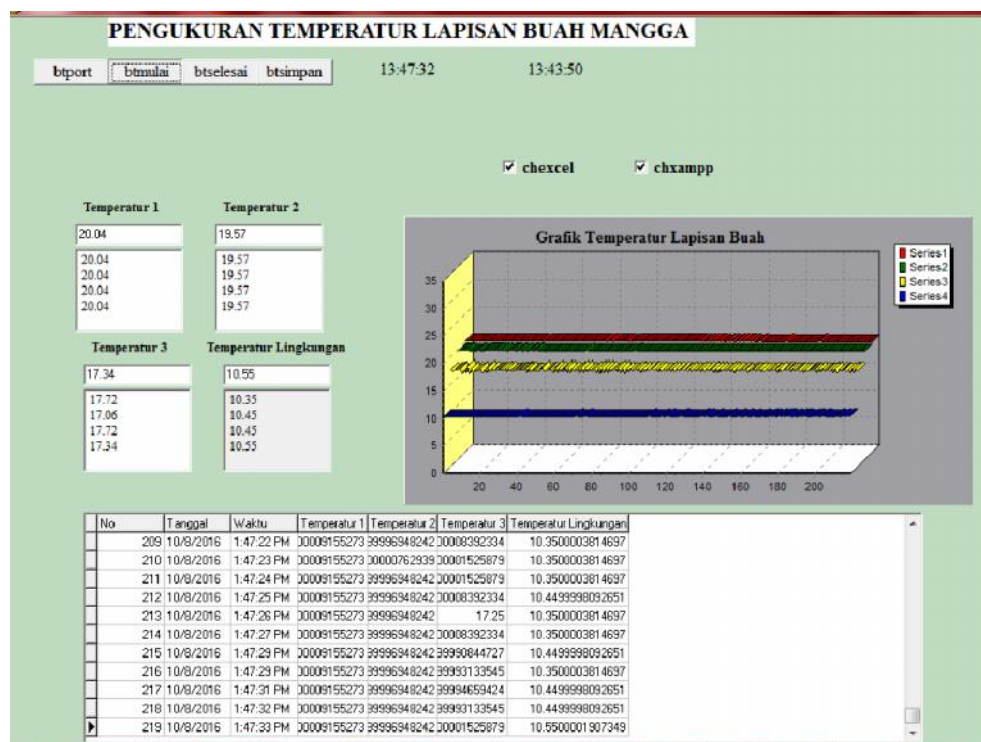
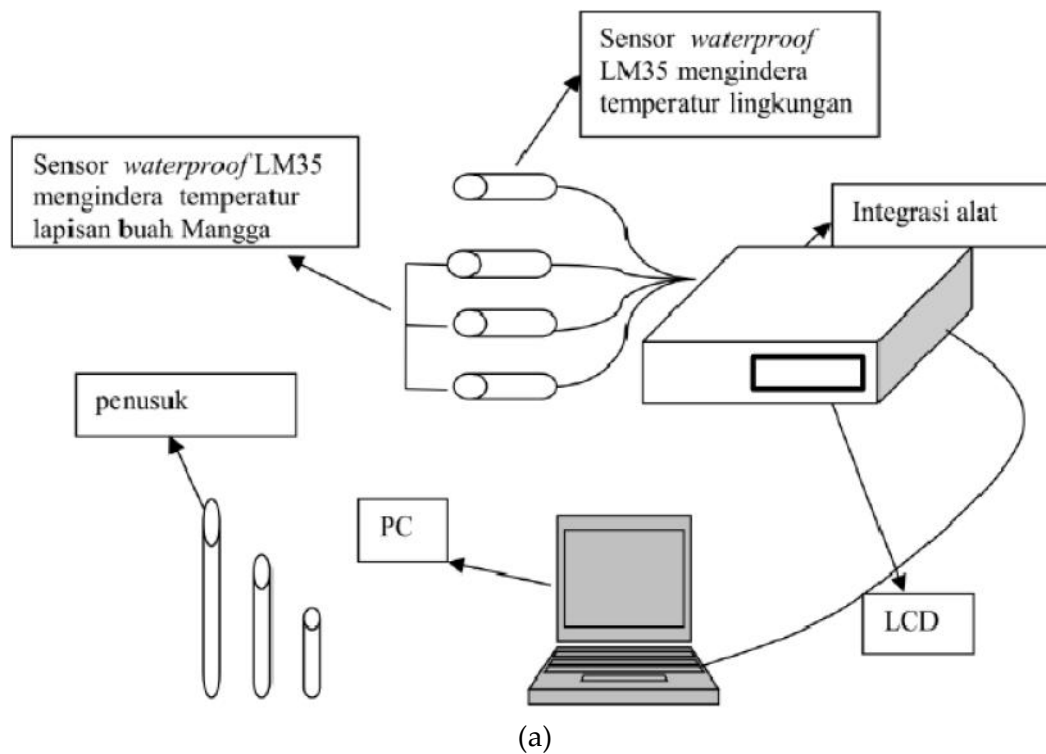
Hasil karakterisasi probe sensor 3 seperti pada Gambar 4(c) diperoleh persamaan karakteristik $V = (9,771T - 9,826)$ milivolt dengan V merupakan nilai tegangan dalam milivolt dan T nilai temperatur dalam derajat *celcius*. Korelasi data hasil

karakterisasi tegangan dengan temperatur yang dihasilkan sebesar 0,999.

Gambar 4(d) menunjukkan hasil karakteristik probe sensor 4 dengan persamaan karakteristik $V = (9,782T - 8,092)$ milivolt. Korelasi tegangan dengan temperatur pada probe sensor 4 sebesar 0,999.

Berdasarkan karakterisasi yang dilakukan terhadap keempat probe sensor LM35 diperoleh persamaan karakteristik dengan linieritas yang tinggi. Persamaan karakteristik probe sensor LM35 digunakan untuk antarmuka mikrokontroler ATmega8535 ke LCD 20x4. Antarmuka

mikrokontroler ATmega8535 ke LCD dengan menggunakan Basic Compiler (BASCOM).



Gambar 5. (a) Skema Alat Temperatur Lapisan Buah Mangga, dan (b) Tampilan antarmuka ke PC dan database

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Prototipe alat ukur temperatur lapisan buah mangga telah berhasil dibuat dengan menggunakan sensor *waterproof*

LM35 sebagai sensor temperatur, penguat tak membalik, dan perangkat akuisisi.

2. Keempat sensor *waterproof* LM35 menunjukkan performa yang sangat baik terlihat dari hasil karakterisasi yang memiliki linieritas yang sangat tinggi. Persamaan karakteristik yang diperoleh dari masing masing probe sensor adalah probe sensor 1 dengan $V = (9,663T - 6,054)$ milivolt, probe sensor 2 dengan $V = (9,656 T - 2,517)$ milivolt, probe sensor 3 dengan $V = (9,771T - 9,826)$ milivolt, dan probe sensor 4 dengan $V = (9,782T - 8,092)$ milivolt.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Brown, BI, Peacock, BC, & Wilson, PR., 1986. *Effect of Cool Storage On The Appearance and Selflife of Preripened Kensington Mangoes. Workshop Of Mangoes Postharvest Held In Bangkok, 25-27 August.*
- Chaplin, GR., 1984. Postharvest Physiology of Mango Fruit. *Proceeding First Australian Mango Research Workshop, Queensland*, pp. 261-70.
- Indoware. Waterproof LM35 LM35DZ <http://www.indo-ware.com/produk-2607-diwl35ts-diwaterproof-lm35-.html>
- Jung, W., 2005. *Op Amp Applications Handbook. Analog Devices. United States of America.*
- Malvino, A.P., 1985. *Prinsip – Prinsip Elektronika Edisi Ketiga Jilid 2.* Jakarta: Penerbit Erlangga.
- National Semiconductor., 1994. *LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors.* Datasheet.
- Pantastico, ErB, Lam, PF, Ketsa, S, Yuniarti, M & Kosittrakul., 1983. Postharvest physiology and storage of mango, in Mendoza Jr, DB & Wills, RBH (Eds). *Mango, Fruit Development, Postharvest Physiology and Marketing in ASEAN*, pp.39-52.
- Pantastico., 1989. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika.* Penerjemah : Prof Ir. Kamariyani dan Tjitrosoepomo. Yogyakarta: Gadjah Mada Universitiy Press.
- Broto, W., 2011. *Peran Teknologi Penanganan Pascapanen di Sentra Produksi Mangga.* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.