



## Pengukuran Kadar Oksigen (O<sub>2</sub>), Kelembaban dan Temperatur di PT. Perkebunan Nusantara XIII

Diah Ekawati, Iwan Sugriwan<sup>\*)</sup>, Tetti Novalina Manik

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

Email : iwansugriwan@unlam.ac.id

**ABSTRAK**– Penelitian tentang pembuatan alat ukur kadar oksigen, kelembaban, dan temperatur telah dilakukan. Alat ukur yang dibuat terdiri dari catudaya, penguat tak membalik, sensor oksigen KE-50, modul SHT11, dan modul mikrokontroler ATmega8535. Sensor KE-50 memiliki tegangan keluaran yang positif, nilai tersebut tidak dapat terbaca oleh mikrokontroler, sehingga perlu dikuatkan dengan penguat tak membalik. SHT11 memiliki tegangan keluaran digital dan sudah terkalibrasi oleh pabrik, sehingga SHT11 langsung bisa dihubungkan dengan modul mikrokontroler. Penentuan persamaan karakteristik sensor KE-50 didapatkan dari perkalian tegangan keluaran sensor pada keadaan bebas dengan persamaan karakteristik penguat yang telah dikarakterisasi. Hasil penentuan persamaan karakteristik sensor KE-50 didapatkan persamaan karakteristik tegangan =  $39.852x + 0.0117$  Volt yang membentuk kurva linier dengan nilai  $x$  adalah oksigen. Faktor koreksi pada persamaan karakteristik tersebut adalah 0,0117 dan  $R^2 = 1$ . Alat ukur yang dibuat dapat digunakan untuk mengukur kadar oksigen, kelembaban, dan temperatur pada lahan perkebunan kelapa sawit.

**KATA KUNCI** : kelembaban, oksigen, sensor, temperatur

### I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sebaran kelapa sawit terbanyak yang terdapat hampir diseluruh wilayahnya. Pada tahun 2014, luas areal perkebunan kelapa sawit yang menempati empat urutan terbesar adalah Provinsi Riau, Provinsi Sumatera Utara, Provinsi Kalimantan Tengah, dan Provinsi Sumatera Selatan. Kemajuan ekspor kelapa sawit mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini dilihat dari laju pertumbuhan rata-rata luas lahan kelapa sawit selama 2004-2014 sebesar 7,67% (Kementerian Pertanian-Direktorat Jendral Perkebunan 2014).

Indonesia memiliki sebaran tanaman kelapa sawit di 32 provinsinya (Kementerian Pertanian-Direktorat Jendral Perkebunan, 2014). Tahun 2008 tercatat luas lahan yang dijadikan perkebunan tanaman sawit adalah 7.363.847 ha. Hasil produksi yang didapatkan tahun 2008, tercatat sebesar 17.539.788 ton

produksi kelapa sawit dibandingkan tahun 2000 produksi hanya sebesar 7.000.508 ton dengan rata-rata peningkatan adalah 18,8%/tahun (Fauzi *et al.* 2012).

Terdapat beberapa faktor yang berperan untuk penggunaan lahan kelapa sawit diantaranya adalah keadaan tanah yang meliputi ketinggian tempat topografi, pengairan (Sunarko 2007), dan tanah (Fauzi *et al.*, 2012), dan keadaan Iklim. Produksi dari tandan kelapa sawit dan pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh faktor iklim. Unsur iklim yang saling mempengaruhi pertumbuhan kelapa sawit antara lain sinar matahari, curah hujan, suhu, kelembaban udara dan angin (Fauzi *et al.* 2012).

Proses penyerapan O<sub>2</sub> juga dilakukan oleh akar tanaman kelapa sawit. Penyerapan oksigen oleh akar diperlukan dalam pertumbuhan kelapa sawit (Sunarko 2007). Namun tidak disebutkan berapa besar kadar oksigen yang berada di lahan perkebunan

kelapa sawit, sehingga perlu diketahui kadar oksigen yang berada di lahan tersebut.

Pengukuran gas dalam *chamber* biasanya dilakukan bersamaan dengan pengukuran temperatur. Setiap perubahan temperatur dalam *chamber* diukur karena mempengaruhi besarnya emisi gas. Namun, pengukuran temperatur yang dilakukan biasanya hanya menggunakan termometer digital atau air raksa dan pembacaannya pun tidak berlangsung secara terus menerus (Zainuddin 2015). Kelembaban adalah ukuran dari jumlah relatif uap air yang berada di udara atau gas. Nilai perbandingan antara berat uap air dalam volume udara atau gas tertentu dengan berat uap air dalam volume udara atau gas jenuh pada suhu dan tekanan yang sama disebut kelembaban relatif (Dunn 2005). Sehingga perlu diketahui pula nilai dari kelembaban relatif yang terbentuk dari perubahan temperatur dalam *chamber*.

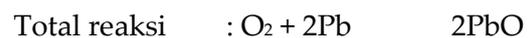
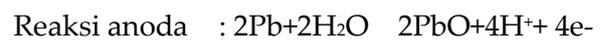
Penelitian tentang pembuatan alat ukur kadar oksigen pernah dilakukan oleh Devi (2014). Alat ukur tersebut dibuat menggunakan KE-50 secara *real time* yang diuji pada lahan gambut dengan menggunakan metode *chamber*. Namun belum dilengkapi oleh pengukuran kelembaban dan temperatur. Penelitian ini akan mengembangkan penelitian Devi (2014) dengan menambahkan pengukuran parameter kelembaban dan temperatur dalam *chamber* guna melengkapi pengukuran parameter-parameter fisika yang akan diaplikasikan pada perkebunan kelapa sawit dan pengukuran akan difokuskan pada daerah sekitar perakaran kelapa sawit. Alat ukur ini menggunakan sensor KE-50 produksi Figaro yang digunakan untuk mengukur kadar oksigen (O<sub>2</sub>) dan dan SHT11 produksi Sensirion sebagai sensor yang mengukur kelembaban dan temperatur.

### 1.1. Sensor KE-50 (Figaro, 2006)

Sensor oksigen seri KE merupakan sebuah baterai oksigen-timbal yang menggabungkan anoda timbal, katoda

oksigen yang terbuat dari emas, dan elektrolit asam lemah. Molekul oksigen masuk ke sel elektrokimia melalui embrane resin flourin yang tak berpori dan direduksi oleh eletroda emas dengan eletrolit asam. Arus yang mengalir antara elektroda sebanding dengan konsentrasi oksigen yang tercampur saat pengukuran. Tegangan terminal di seluruh termistor dan resistor dibaca sebagai sinyal, dengan perubahan tegangan output yang mewakili perubahan konsentrasi oksigen. Bentuk dari sensor gas seri KE ditampilkan pada Gambar 1.

Sensor yang dipilih pada penelitian ini adalah sensor KE-50 karena keunggulannya dalam lama pemakaian sensor. Berikut ini adalah reaksi kimia yang terjadi pada sensor KE:



Gambar 1. Sensor oksigen seri KE.

### 1.2. SHT11 (Sensirion, 2011)

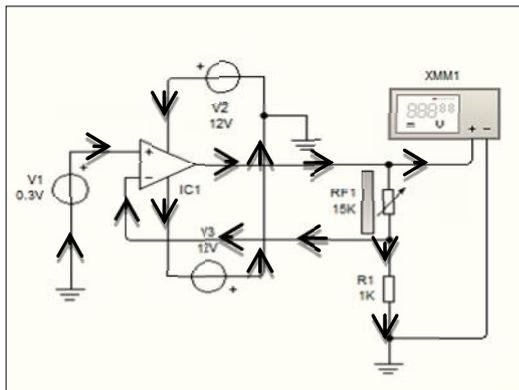
SHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban relatif yang diproduksi Sensirion. SHT11 mengintegrasikan elemen sensor ditambah pemrosesan sinyal yang memberikan output digital yang terkalibrasi. Elemen kapasitif sensor yang terdapat dalam SHT11 digunakan untuk mengukur kelembaban relatif ketika pengukuran suhu juga dilakukan band-gap sensor. Kedua sensor tersebut digabungkan melalui ADC 14bit dengan antarmuka rangkaian serial, sehingga kualitas sinyal sangat baik, waktu respon yang cepat, dan tidak mudah terpengaruh.

### 1.3. Penguat Tak Membalik

Penguat tak membalik (non-inverting) adalah rangkaian dasar penguat operasional. Penguat non-inverting menggunakan umpan

negatif untuk menstabilkan penguat tegangan. (Malvino and Bates 2006). Rangkaian penguat non-inverting ditunjukkan pada Gambar 2. Sinyal masukan berada pada kaki masukan + (non inverting), sedangkan keluaran akan kembali menuju masukan - (inverting). Penguatan tegangan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 penguatan dasar yaitu (Floyd 2005).

$$A_v = \frac{V_0}{V_i} \tag{1}$$



Gambar 2. Rangkaian penguat non-inverting

#### 1.4. Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler merupakan suatu mikroprosesor yang difungsikan untuk keperluan kontrol dan instrumentasi yang menekankan efektifitas biaya dan efisiensi (Sumardi 2013). Saat ini AVR dibagi dalam 6 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga AT90CAN, keluarga AT86RFxx, keluarga AT90PWM, dan ATmega. Sebagai kontrol utama dalam pembuatan alat ukur ini adalah AVR dari keluarga ATmega yaitu ATmega8535 (Iswanto 2008). Modul Mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian penguat non-inverting

#### 1.5. Basic Compiler (BASCOM)

Terdapat dua produk BASCOM yang sesuai untuk mikrokontroler yaitu BASCOM 8051 dan BASCOM AVR. BASCOM digunakan untuk menuliskan algoritma program dalam mikrokontroler atau dengan kata lain sebagai perintah yang harus diproses dalam mikrokontroler (Kuhnel, 2001). Penggunaan BASCOM pada penelitian ini untuk memproses data yang akan diisikan ke dalam mikrokontroler dan selanjutnya akan ditampilkan pada layar LCD karakter.

#### 1.6. LCD Karakter 16x4 (Vishay, 2012)

Liquid Crystal Display atau yang lebih dikenal dengan sebutan LCD merupakan sebuah penampil data yang diproses melalui mikroprosesor dengan sebuah program buatan. LCD 16x4 merupakan LCD dengan tipe karakter yang membutuhkan daya sebesar +5 V. Namun terdapat pula LCD yang memerlukan tegangan hanya sebesar +3 V saja. Fungsi pin pada LCD 16x4 ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi Pin Interface

Pin	Simbol	Fungsi
1	VSS	Ground
2	VDD	+3V atau +5V
3	V0	Contrast adjusment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/ write signal
6	E	H L enable Signal
7	DB0	Jalur data Bus H/L
8	DB1	Jalur data Bus H/L
9	DB2	Jalur data Bus H/L
10	DB3	Jalur data Bus H/L
11	DB4	Jalur data Bus H/L
12	DB5	Jalur data Bus H/L
13	DB6	Jalur data Bus H/L
14	DB7	Jalur data Bus H/L
15	A/VEE	+4,2 untuk LED (RA= 0Ω) / negative voltage output
16	K	Power Supply untuk B/L (0V)

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian terbagi atas dua bagian yaitu pembuatan alat ukur dan uji coba. Alat ukur yang telah dibuat berupa sensor KE-50 yang

dikuatkan tegangan keluarannya dengan penguat tak membalik menggunakan IC OP-07 yang selanjutnya dihubungkan ke modul mikrokontroler dan SHT11 yang dihubungkan langsung dengan modul mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega8535. Kemudian modul mikrokontroler dihubungkan dengan LCD karakter 16×4. Untuk menampilkan hasil pengukuran pada LCD diperlukan program pengolah data. Software pengolah data yang digunakan adalah BASCOM.

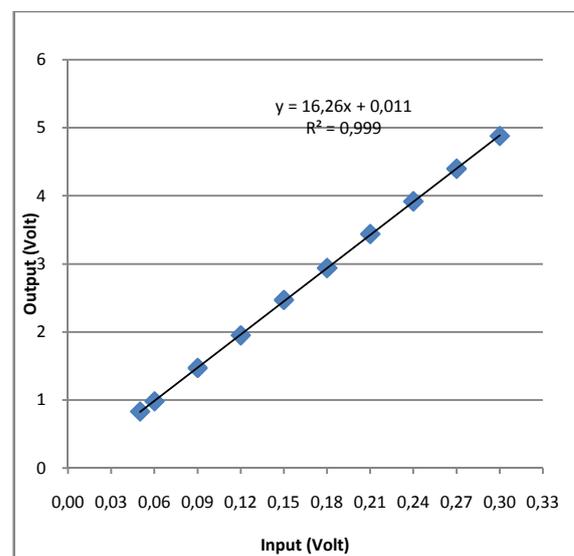
Persamaan yang digunakan untuk menentukan kadar oksigen didapatkan dari nilai tegangan keluran sensor KE-50 sebelum dikuatkan. Nilai tersebut selanjutnya dimasukkan pada persamaan karakteristik hasil karakterisasi penguat. Persamaan untuk menentukan nilai kelembaban dan temperatur didapatkan dari datasheet SHT11 karena sensor SHT11 merupakan sensor digital yang sudah terkalibrasi oleh pabrik. Perangkat keras yang sudah terintegrasi dengan software selanjutnya menjadi satu kesatuan yang disebut O<sub>2</sub> meter dan RH/T meter.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat ukur yang telah dibuat terdiri dari catudaya, sensor oksigen KE-50, modul SHT11, penguat tak membalik, dan modul mikrokontroler ATmega8535. Catudaya yang dihasilkan memiliki tiga tegangan keluaran yaitu: +5,01 V, +11,99 V, dan -11,90 V. Penguat tak membalik merupakan perangkat penguatan sinyal tegangan keluaran dari sensor KE-50. Sensor KE-50 memiliki tegangan keluaran yang positif dan nilai yang tidak bisa terbaca oleh mikrokontroler. Sensor oksigen dihubungkan pada port A0 mikrokontroler. Modul SHT11 dihubungkan dengan port B0 untuk kaki "data" dan port B1 untuk kaki "clock".

Penguat tak membalik yang telah dibuat memiliki penguatan sebesar 16 kali. Karakterisasi penguat *non-inverting* dilakukan dengan mengubah nilai tegangan masukan

untuk mendapatkan nilai tegangan keluaran yang beragam dari penguat. Karakterisasi berfungsi untuk mengetahui penguat berfungsi dengan benar dan sesuai dengan yang diinginkan. Perubahan nilai masukan yang diberikan setiap 0,03V mulai dari 0,05 V sampai 0,3 V penguatan yang digunakan sebesar 16 kali. Dari proses karakterisasi penguat didapatkan persamaan karakteristik antara tegangan V dengan konsentrasi oksigen  $x$  yaitu tegangan =  $16,266x + 0,0117$  Volt dengan nilai  $R^2 = 0,9999$ . Gambar 4 menunjukkan grafik karakteristik penguat *non-inverting*.

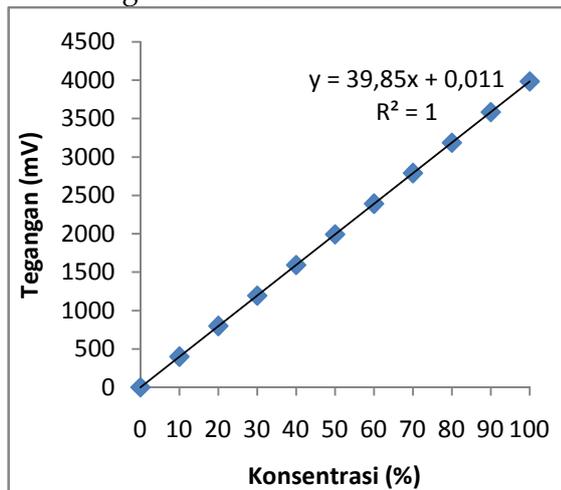


Gambar 4. Grafik karakteristik penguat *non-inverting*.

Tegangan keluaran sensor pada udara bebas yang didapatkan sebesar 49 mV tanpa penguatan. Nilai yang didapat tersebut dimasukkan ke dalam persamaan karakteristik penguat yang telah dikarakterisasi pada Gambar 4. Hasil perkalian persamaan karakteristik penguat dengan tegangan keluaran sensor didapatkan persamaan karakteristik untuk KE-50.

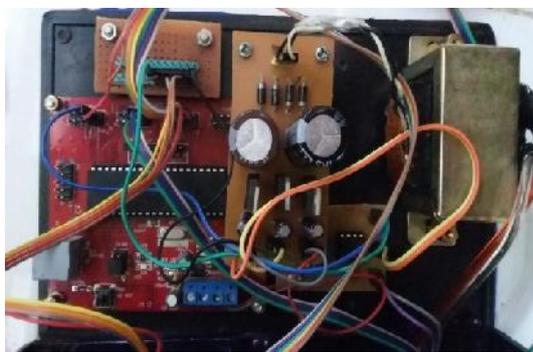
Gambar 5 merupakan grafik penentuan persamaan karakteristik sensor KE50. Persamaan karakteristik yang didapatkan adalah tegangan =  $39,852x + 0,0117$  Volt yang membentuk kurva linier dengan nilai  $x$  adalah oksigen. Faktor koreksi pada persamaan karakteristik tersebut adalah 0,0117

dan  $R^2 = 1$ . Persamaan karakteristik KE-50 yang didapatkan menjadi nilai penentuan kadar oksigen terukur.



Gambar 5. Grafik penentuan persamaan karakteristik KE-50.

Realisasi dari integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 6. Tampilan hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 7. Alat ukur yang telah dibuat dapat diterapkan pada lahan perkebunan kelapa sawit.



Gambar 6. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak



Gambar 7. Tampilan hasil pengukuran pada LCD

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pengukuran

kadar oksigen, kelembaban, dan temperatur pada perkebunan kelapa sawit didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ukur yang dibuat dapat mengukur oksigen, kelembaban, dan temperatur menggunakan sensor oksigen KE-50 dan SHT11.
2. Hasil karakterisasi penguat diperoleh persamaan karakteristik antara tegangan V dengan konsentrasi oksigen x yaitu tegangan =  $16,266x + 0,0117$  Volt dengan nilai  $R^2 = 0,9999$ .
3. Penentuan persamaan karakteristik sensor KE-50 didapatkan dengan mengalkan tegangan keluaran yang dihasilkan sensor dengan persamaan karakteristik penguat. Persamaan karakteristik yang didapatkan adalah tegangan =  $39.852x + 0.0117$  Volt yang membentuk kurva linier dengan nilai x adalah oksigen. Faktor koreksi pada persamaan karakteristik tersebut adalah 0,0117 dan  $R^2 = 1$ .

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Devi, I.R., 2014. Pembuatan alat ukur Kadar Oksigen digital pada Lahan Gambut Menggunakan Sensor KE-50 Berbasis Mikrokontroler ATmega8535. *Skripsi*. PS Fisika FMIPA ULM: Banjarbaru.
- Dunn, W.C., 2005. *Fundamentals Of Industrial Instrumentation And Process Control*. USA: The McGraw Hill Companies, Inc.
- Fauzi, Y., et al. 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya: Depok.
- Figaro. 2006. *Technical Information for KE-Series*. Datasheet.
- Floyd, L. T., 2005. *Electronic Devices Conventional Current Version 7th ed*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Iswanto., 2008. *Design dan Implementasi Sistem Embedded Mikrokontroler ATmega 8535 dengan Bahasa Basic*. Gava Media.
- Kuhnel, C., 2001. *BASCOM: Programming of Microcontroller with Ease*. USA: Universal Publisher.
- Kementerian Pertanian-Direktorat Jendral Perkebunan. 2014.

<http://ditjenbun.pertanian.go.id/setditjenbun/berita-238-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html>

Malvino, A., and Bates, D. J., 2006. *Electronic Principles 7th ed.* India: Tata McGraw-Hill Education.

Sensirion. 2011. *Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity and Temperature Sensor IC.* Datasheet.

Sumardi, 2013. *Mikrokontroler Belajar AVR Mulai dari Nol.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sunarko, 2007. *Petunjuk Praktis Budidaya Dan Pengolahan Kelapa Sawit.* Jakarta Selatan: Agromedia Pustaka.

Vishay, 2012. *16 x 4 Character LCD.* Datasheet.

Zainuddin, 2015. *Pengukuran Emisi CO<sub>2</sub> dengan Metode Sungkup di Lahan Gambut.*

[http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1605&Itemid=10](http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1605&Itemid=10).