

# PEMANTAUAN SUHU DIGESTER PADA PABRIK KELAPA SAWIT (PKS) MELALUI PROTOKOL HTTP MENGGUNAKAN LIBRARY WEBCLIENT ARDUINO

<sup>\*)</sup>Enda Wista Sinuraya

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail : enda@undip.ac.id

## Abstrak

Proses pelumatan menggunakan alat *digester* adalah salah satu tahapan proses dalam pabrik pengolahan kelapa sawit. Tujuan proses pada *digester* adalah untuk melumatkan brondol / buah sawit dengan proses pengadukan menggunakan *Stirring Arm* (sering disebut pisau *digester*) dengan kecepatan pengadukan sekitar 25-26 rpm didalam bejana silinder tegak. Brondol/buah sawit yang masuk ke *digester* berasal dari stasiun perebusan/sterilisasi. Parameter yang perlu dipantau dalam proses pada *digester* adalah kecepatan *Stirring Arm* dan suhu buah kelapa sawit yang masuk ke *digester*. Standar suhu proses pada *digester* antara 90-100 derajat celcius. Pada penelitian ini, Thermocouple tipe K digunakan untuk pengukuran suhu proses pada *digester*. Suhu dari sensor Thermocouple tipe K akan dibaca oleh arduino dan akan dikomunikasikan dengan komputer melalui protokol TCP/IP.

*Kata kunci : Digester, Thermocouple tipe K, Arduino, TCP/IP*

## Abstract

Blend process using a digester is one of the stages in the process of palm oil mills. Interest in the digester process is to Blend palm fruit with stirring process using *Stirring Arm* (often called a digester knife) with a stirring speed of about 25-26 rpm in an upright cylindrical vessel. Palm fruit that goes into the digester comes from sterilizer. The parameters that need to be monitored in the process the digester is *Arm Stirring* speed and temperature of the oil palm fruit that goes into the digester. Standard temperature in the digester process between 90-100 degrees Celsius. In this research, Thermocouple type K is used for temperature measurement process in the digester. The temperature of the type K Thermocouple sensor will be read by the arduino and will be communicated with computers through TCP / IP.

*Keywords: Digester, K-type thermocouple, Arduino, TCP/IP*

## 1. Pendahuluan

*Digester* adalah mesin di pabrik kelapa sawit (PKS) untuk melumatkan brondol / buah sawit dengan proses pengadukan menggunakan *Stirring Arm* (sering disebut pisau *digester*) dengan kecepatan pengadukan sekitar 25-26 rpm didalam bejana silinder tegak. Brondol/buah sawit yang masuk ke *digester* berasal dari stasiun perebusan. Didalam proses pengadukan ini, *steam injection* 90-100 derajat celcius dari boiler ditembakkan ke dalam bejana *digester* untuk menjaga suhu brondol buah (daging buah sawit) tetap berada antara 90-100 derajat celcius yang akan memudahkan proses minyak sawit terpisah dari daging buah di dalam proses kempa di mesin *digester*. Parameter yang perlu dipantau dalam proses pelumatan dengan alat *digester* adalah putaran per detik (RPM) dari pisau pengaduk dan suhu brondolan/buah sawit.[1][2][3][4][9][10] Pemantauan suhu *digester* pada penelitian ini menggunakan Thermocouple tipe K dengan

rentang suhu 0 °C hingga +1100 °C. Modul pembacaan thermocouple tipe K menggunakan IC Max6675 yang dapat membaca temperatur dengan output berupa data SPI dengan resolusi 12-Bit dengan resolusi 0.25 °C. [5] Data dari modul IC Max6675 akan dikomunikasikan melalui Ethernet shield arduino dengan komputer melalui protokol TCP/IP. Pada perancangan ini, menggunakan IP kelas C dengan network address 192.168.1.0/24.[6]

## 2. Metode

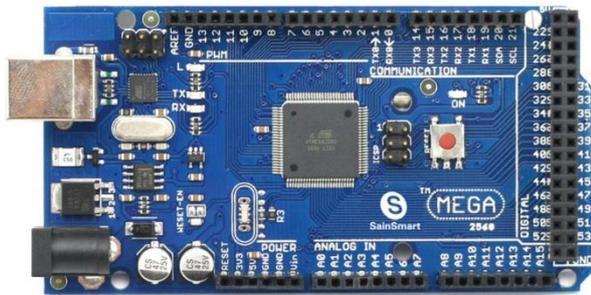
### 2.1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *board* berbasis mikrokontroler ATmega2560. *Board* ini memiliki 54 digital pin input / output (dimana 14 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input, 4 UART (hardware port serial), 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Dengan penggunaan

yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

- **Serial**, memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin. Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2
- **External Interrupts**, yaitu pin 2 (untuk interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Dengan demikian Arduino Mega 2560 memiliki jumlah interrupt yang cukup melimpah : 6 buah. Gunakan fungsi attachInterrupt() untuk mengatur interrupt tersebut.
- **PWM**: Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi analogWrite()
- **SPI** : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library
- **LED** : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13. Set HIGH untuk menyalakan led, LOW untuk memadamkan nya.
- **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan Wire Library



Gambar 1. Arduino Mega 2560

Chip ATmega2560 pada Arduino Mega 2560 Revisi 3 memiliki memori 256 KB, dengan 8 KB dari memori tersebut telah digunakan untuk bootloader. Jumlah SRAM 8 KB, dan EEPROM 4 KB, yang dapat di baca-tulis dengan menggunakan EEPROM library saat melakukan pemrograman.

Pemrograman board Arduino Mega 2560 dilakukan dengan menggunakan Arduino Software (IDE). Chip ATmega2560 yang terdapat pada Arduino Mega 2560 telah diisi program awal yang sering disebut bootloader. Bootloader tersebut yang bertugas untuk memudahkan melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan

Arduino Software, tanpa harus menggunakan tambahan hardware lain.

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi

Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM output
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3,3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

2.2. PHP



Gambar 2. PHP

PHP adalah bahasa pemrograman script server-side yang didesain untuk pengembangan web. Selain itu, PHP juga bisa digunakan sebagai bahasa pemrograman umum (wikipedia). PHP di kembangkan pada tahun 1995 oleh Rasmus Lerdorf, dan sekarang dikelola oleh The PHP Group. Situs resmi PHP beralamat di <http://www.php.net>.

PHP disebut bahasa pemrograman server side karena PHP diproses pada komputer server. Hal ini berbeda dibandingkan dengan bahasa pemrograman client-side seperti JavaScript yang diproses pada web browser (client).

Saat ini PHP adalah singkatan dari PHP: Hypertext Preprocessor, sebuah kepanjangan rekursif, yakni permainan kata dimana kepanjangannya terdiri dari singkatan itu sendiri: PHP: Hypertext Preprocessor.

PHP dapat digunakan dengan gratis (free) dan bersifat Open Source. PHP dirilis dalam lisensi PHP License, sedikit berbeda dengan lisensi GNU General Public License (GPL) yang biasa digunakan untuk proyek Open Source.

### 2.3. Thermocouple Type K

Termokopel tipe K terdiri dari; nikel dan kromoium pada sisi positif (Thermocouple Grade) sedangkan sisi negatif negatif (Extension Grade) terdiri dari nikel dan alumunium. Thermocouple jenis ini sering dipakai pada tujuan umum dikarenakan cenderung lebih murah. Tersedia untuk rentang suhu 0 °C hingga +1100 °C.



Gambar 3. Thermocouple Type K

Modul pembacaan thermocouple tipe K menggunakan IC Max6675 yang dapat membaca temperatur dengan output berupa data SPI dengan resolusi 12-Bit dengan resolusi 0.25 °C. pembacaan maksimum dari Max6675 adalah +1024 °C.

### 2.4. Protokol Tcp/Ip

Alamat IP versi 4 (sering disebut dengan Alamat IPv4) adalah sebuah jenis pengalamatan jaringan yang digunakan di dalam protokol jaringan TCP/IP yang menggunakan protokol IP versi 4. Panjang totalnya adalah 32-bit, dan secara teoritis dapat mengalami hingga 4 miliar host komputer di seluruh dunia. Contoh alamat IP versi 4 adalah 192.168.0.3.

Alamat IP versi 4 umumnya diekspresikan dalam notasi desimal bertitik (dotted-decimal notation), yang dibagi ke dalam empat buah oktet berukuran 8-bit. Dalam beberapa buku referensi, format bentuknya adalah w.x.y.z. Karena setiap oktet berukuran 8-bit, maka nilainya berkisar antara 0 hingga 255 (meskipun begitu, terdapat beberapa pengecualian nilai).

Alamat IP yang dimiliki oleh sebuah host dapat dibagi dengan menggunakan subnet mask jaringan ke dalam dua buah bagian, yakni:

- Network Identifier/NetID atau Network Address (alamat jaringan) yang digunakan khusus untuk mengidentifikasi alamat jaringan di mana host berada. Dalam banyak kasus, sebuah alamat network identifier adalah sama dengan segmen jaringan fisik dengan batasan yang dibuat dan didefinisikan oleh router IP. Meskipun demikian, ada beberapa kasus di mana beberapa jaringan logis terdapat di dalam sebuah segmen jaringan fisik yang sama dengan menggunakan sebuah praktek yang disebut sebagai multinetting. Semua sistem di dalam sebuah jaringan fisik yang sama harus memiliki alamat network identifier yang sama. Network identifier juga harus bersifat unik dalam sebuah internetwork. Jika semua node di dalam jaringan logis yang sama tidak dikonfigurasi dengan menggunakan network identifier yang sama, maka terjadilah masalah yang disebut dengan routing error. Alamat network identifier tidak boleh bernilai 0 atau 255.
- Host Identifier/HostID atau Host address (alamat host) yang digunakan khusus untuk mengidentifikasi alamat host (dapat berupa workstation, server atau sistem lainnya yang berbasis teknologi TCP/IP) di dalam jaringan. Nilai host identifier tidak boleh bernilai 0 atau 255 dan harus bersifat unik di dalam network identifier/segmen jaringan di mana ia berada.

Alamat IPv4 terbagi menjadi beberapa jenis, yakni sebagai berikut:

- Alamat Unicast, merupakan alamat IPv4 yang ditentukan untuk sebuah antarmuka jaringan yang dihubungkan ke sebuah internetwork IP. Alamat unicast digunakan dalam komunikasi point-to-point atau one-to-one.
- Alamat Broadcast, merupakan alamat IPv4 yang didesain agar diproses oleh setiap node IP dalam segmen jaringan yang sama. Alamat broadcast digunakan dalam komunikasi one-to-everyone.
- Alamat Multicast, merupakan alamat IPv4 yang didesain agar diproses oleh satu atau beberapa node dalam segmen jaringan yang sama atau berbeda. Alamat multicast digunakan dalam komunikasi one-to-many. Dalam RFC 791, alamat IP versi 4 dibagi ke dalam beberapa kelas, dilihat dari oktet pertamanya, seperti terlihat pada tabel. Sebenarnya yang menjadi pembeda kelas IP versi 4 adalah pola biner yang terdapat dalam oktet pertama (utamanya adalah bit-bit awal/high-order bit), tapi untuk lebih mudah mengingatnya, akan lebih cepat diingat dengan menggunakan representasi desimal.

Tabel 2 Alamat IP

Kelas Alamat IP	Oktet pertama (desimal)	Oktet pertama (biner)	Digunakan oleh
Kelas A	1-126	0xxx xxxx	Alamat <i>unicast</i> untuk jaringan skala besar
Kelas B	128-191	1xxx xxxx	Alamat <i>unicast</i> untuk jaringan skala menengah hingga skala besar
Kelas C	192-223	110x xxxx	Alamat <i>unicast</i> untuk jaringan skala kecil
Kelas D	224-239	1110 xxxx	Alamat <i>multicast</i> (bukan alamat <i>unicast</i> )
Kelas E	240-255	1111 xxxx	Direservasikan; umumnya digunakan sebagai alamat percobaan (eksperimen); (bukan alamat <i>unicast</i> )

➤ Class A

Alamat-alamat kelas A diberikan untuk jaringan skala besar. Nomor urut bit tertinggi di dalam alamat IP kelas A selalu diset dengan nilai 0 (nol). Tujuh bit berikutnya—untuk melengkapi oktet pertama—akan membuat sebuah network identifier. 24 bit sisanya (atau tiga oktet terakhir) merepresentasikan host identifier. Ini mengizinkan kelas A memiliki hingga 126 jaringan, dan 16,777,214 host tiap jaringannya. Alamat dengan oktet awal 127 tidak diizinkan, karena digunakan untuk mekanisme Interprocess Communication (IPC) di dalam mesin yang bersangkutan.

➤ Class B

Alamat-alamat kelas B dikhususkan untuk jaringan skala menengah hingga skala besar. Dua bit pertama di dalam oktet pertama alamat IP kelas B selalu diset ke bilangan biner 10. 14 bit berikutnya (untuk melengkapi dua oktet pertama), akan membuat sebuah network identifier. 16 bit sisanya (dua oktet terakhir) merepresentasikan host identifier. Kelas B dapat memiliki 16,384 network, dan 65,534 host untuk setiap network-nya.

➤ Class C

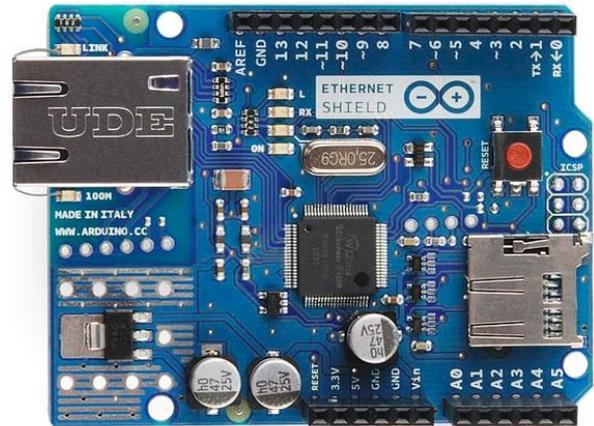
Alamat IP kelas C digunakan untuk jaringan berskala kecil. Tiga bit pertama di dalam oktet pertama alamat kelas C selalu diset ke nilai biner 110. 21 bit selanjutnya (untuk melengkapi tiga oktet pertama) akan membentuk sebuah network identifier. 8 bit sisanya (sebagai oktet terakhir) akan merepresentasikan host identifier. Ini memungkinkan pembuatan total 2,097,152 buah network, dan 254 host untuk setiap network-nya.

➤ Class D

Alamat IP kelas D disediakan hanya untuk alamat-alamat IP multicast, sehingga berbeda dengan tiga kelas di atas. Empat bit pertama di dalam IP kelas D selalu diset ke bilangan biner 1110. 28 bit sisanya digunakan sebagai alamat yang dapat digunakan untuk mengenali host. Untuk lebih jelas mengenal alamat ini, lihat pada bagian Alamat Multicast IPv4.

**2.5. Arduino Ethernet Shield**

**Arduino Ethernet Shield** adalah modul yang berfungsi menghubungkan Arduino board dengan jaringan internet. Arduino Ethernet Shield menggunakan ic Wiznet W5100.



**Gambar 4. Arduino Ethernet Shield**

Spesifikasi *Ethernet Controller*:

1. chip Wiznet W5100 dengan internal buffer 16 Kb,
2. kecepatan koneksi 10 / 100Mb (Fast-Ethernet).
3. Papan ini terhubung dengan Arduino melalui port SPI.
4. Dapat mendukung hingga 4 koneksi simultan

**2.6. Mesin Digester**

Digester dirancang sebesar berbentuk bejana silinder tegak yang dilengkapi *Stirring Arm* (sering disebut pisau digester) dengan kecepatan pengadukan sekitar 25-26 rpm. *digester* berfungsi untuk melumatkan brondol / buah sawit dengan proses pengadukan (blend). Parameter yang perlu dipantau dalam proses pada digester adalah kecepatan (rpm) *Stirring Arm* dan suhu buah kelapa sawit didalam *digester*.

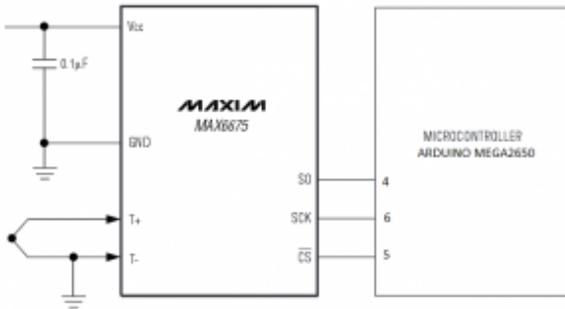


**Gambar 5. 3 unit Digester**

### 3. Hasil dan Analisa

#### 3.1. Rangkaian

Pin arduino yang digunakan pada pengujian adalah pin 4,5, dan 6. Sensor yang digunakan adalah Thermocouple tipe K dengan modul Max6675 yang berfungsi untuk mengukur suhu pada *digester*. Rangkaian pengukur suhu dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6. Rangkaian Pembaca Suhu

Dengan spesifikasi pin sebagai berikut:

- VCC (MAX6675) ke Pin 5V (Arduino).
- SO (MAX6675) ke Pin 4 (Arduino).
- CS (MAX6675) ke Pin 5 (Arduino).
- SCK (MAX6675) ke Pin 6 (Arduino).
- GND (MAX6675) ke Pin GND (Arduino).

#### 3.2. Algoritma

1. Mulai Serial dan Ethernet.
2. Cek apakah waktu sekarang dikurang waktu terakhir kali mengirim data lebih atau sama dengan interval yang ditentukan oleh user, jika ya buka koneksi.
3. Jika ya, cek apakah waktu sekarang dikurang waktu terakhir kali membaca sensor lebih atau sama dengan interval yang ditentukan oleh user, jika ya baca sensor dan simpan di variabel data.
4. Lakukan pengiriman data, dengan data adalah nilai variable data.
5. Setelah pengiriman berhasil, tunggu jawaban dari server.
6. Setelah server menjawab, lakukan parsing data HTTP.
7. Kembali ke nomor 1.

#### 3.3. Prinsip Kerja

Saat Arduino mulai dijalankan, fungsi setup akan dijalankan. Di fungsi setup berisi perintah-perintah untuk memulai serial dan Ethernet, mengaktifkan mode output pin aktuator (Digital 5). Serial berguna untuk debugging. Setelah itu arduino menjalankan fungsi loop berulang-ulang selama arduino masih ON.

```
void setup() {

    Serial.begin(9600);
    delay(1000);

    Ethernet.begin(mac, ip);

    Serial.print("IP: ");
    Serial.println(Ethernet.localIP());
    httpRequest();

    pinMode(PIN_AKTUATOR, OUTPUT);
}
```

Gambar 7. Listing code Setup

```
if(compareString(tmp, preamble, PREAMBLE_LEN)) {
    Serial.println("START COMMANDS");
    client.read();

    while(true) {
        char command_reader[COMMAND_LEN], param_reader[PARAM_LEN];

        for(int i = 0; i < COMMAND_LEN; ++i) {
            command_reader[i] = client.read();
        }
        for(int i = 0; i < PARAM_LEN; ++i) {
            param_reader[i] = client.read();
        }

        client.read();
        if(executeCommand(command_reader, param_reader) == false) {
            break;
        }
    }
}
```

Gambar 8. Listing code parsing

Pada fungsi loop arduino akan mengecek apakah ada data pada Ethernet, jika ada, itu merupakan respon dari server, Arduino akan mencoba parsing data. Data yang diparsing merupakan daftar perintah yang diawali dengan teks "STRCMD" dan diakhiri "ENDCMD". Perintah terdiri dari 3 karakter dan parameternya terdiri dari 3 karakter. Perintah-perintah dibatasi oleh karakter newline. Berikut adalah contoh respon dari server.

```
STRCMD
PWM003
ENDCMD
```

Response server diatas berguna untuk mengganti duty cycle pin aktuator menjadi 3 persen dengan menggunakan fungsi `analogWrite`. Perintah-perintah dieksekusi difungsi `executeCommand`. Berikut adalah code dari fungsi `executeCommand`.

```

/*
 * Mengeksekusi perintah dari server
 */
boolean executeCommand(char command[], char param[]) {
  // Akhir dari perintah
  if(compareString(command, "END", COMMAND_LEN) && compareString(param, "CMD", PARAM_LEN)) {
    Serial.println("END OF COMMANDS");
    return false;
  }
  // Perintah untuk pwm aktuator
  if(compareString(command, "PWM", COMMAND_LEN)) {
    String duty_cycle = String(param);
    pwm = duty_cycle.toInt() * 255 / 100;
    analogWrite(FIN_AKTUATOR, pwm);
    Serial.print("DC : ");
    Serial.println(pwm);
    return true;
  }
}

```

Gambar 8. Listing code eksekusi perintah

Untuk pembacaan sensor menggunakan perintah berikut

```

void loop(){
  Serial.print("C = ");
  Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  Serial.print("F = ");
  Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());
  delay(500);
}

```

Gambar 10. Listing code baca sensor

Prosedur perintah diatas dapat membaca suhu dalam derajat celcius dan dalam derajat fahrenheit.

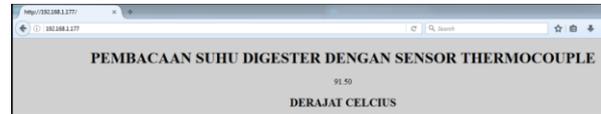
### 3.4. Hasil Akhir

Gambar berikut menunjukkan rancangan alat pemantau suhu digester yang diujicoba di PTPN II Pagar Merbau, Deli Serdang, Sumatera Utara.



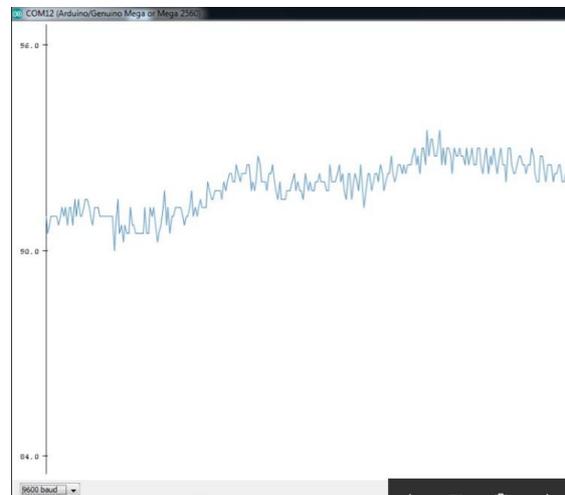
Gambar 11. Rancangan Alat

Komunikasi melalui protokol TCP/IP antara arduino dan komputer menggunakan IP kelas C dengan *Network address* 192.168.1.0/24. Arduino menggunakan IP 192.168.1.177/24 dan komputer menggunakan IP 192.168.1.2/24.



Gambar 12. Pembacaan Suhu Digester

Pada penelitian ini perubahan suhu juga di plot dalam bentuk grafik. Dari grafik dapat dilihat *suhu digester* dipertahankan antara 90-100 derajat celcius.



Gambar 13. plot suhu Digester

## 4. Kesimpulan

Menerima data dari arduino dapat dilakukan hanya dengan menggunakan WebClient dari Arduino. Suhu yang terbaca dari sensor thermocouple rata-rata 91.50 derajat celcius. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dikembangkan menjadi sistem *close loop* dimana masukan (menggunakan *variable valve*) uap panas (steam) dari boiler diatur sehingga memperoleh suhu dalam *digester* menjadi konstan.

### Referensi

- [1]. Fricke Thomas B. 2009, Buku Panduan Pabrik Kelapa Sawit Sekala Kecil, USAID/Indonesia.
- [2]. Sa'diah Halimahtun 2009, Pengaruh pengepresan (screw press) terhadap persentasi kehilangan minyak kelapa sawit yang terdapat pada ampas press di PT SOCFIN Indonesia kebun aek loba, Skripsi, USU.
- [3]. Harisandi henni, 2008, pengaruh waktu, temperature dan tekanan terhadap kehilangan minyak pada air kondensat dengan perebusan sistem tiga puncak di pabrik kelapa sawit PTPN III kebun rambutan tebing tinggi, skripsi, USU

- [4]. Naibaho P.M 1996. Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit, Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- [5]. Boylestad, Robert dan Nashelsky, Louis. 1992. Electronic Devices and Circuit Theory. Prentice Hall International. New Jersey
- [6]. Lammle, Todd. 2004. CCNA Cisco Certified Network Associate. Sybex
- [7]. Andrianto Heri 2008, Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16
- [8]. Budiharo, Widodo. 2005. Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [9]. Fricke Thomas B. 2009, Penggunaan Limbah dan Produk Sampingan Kelapa Sawit Secara Berkelanjutan, USAID/Indonesia.
- [10]. Tim Data dan Informasi 2007, Gambaran Sekilas Industri Kelapa Sawit, Departemen Perindustrian.
- [11]. Schlossnagle George 2004, Advanced PHP Programming, Sam Publishing