

Sistem Kendali Otomatis Pengendalian serta Pemantauan Level Volume dan Suhu Kerja *Digester* Berbasis *Internet of Things*

Ahmad Mahfud¹ & Singgih Wirapratama²

^{1,2}Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan Kelapa Sawit

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email Penulis Korespondensi: ¹ahmad.mahfud@cwe.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang penerapan sistem kendali otomatis pengendalian serta pemantauan level volume dan suhu kerja *Digester* berbasis *Internet of Things*. Mesin *digester* adalah salah satu mesin yang masih menggunakan sistem manual pada sistem pengontrolan dan pemantauan level volume serta suhu kerjanya. Penelitian ini dilakukan melalui tahap studi literatur, mengamati sistem pemantauan dan pengendalian level volume serta suhu kerja mesin *digester* secara langsung di lapangan, perancangan sistem kendali, pengujian dan analisis secara menyeluruh terhadap bagaimana kerja sistem kendali pada miniatur mesin *digester*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) sistem kendali pengontrolan dan pemantauan level volume serta suhu kerja *digester* dapat bekerja dengan stabil dan kontinu; 2) hasil pengukuran oleh sensor memiliki tingkat rata-rata *error* sebesar 1,747% untuk sensor Pengontrol dan 1,520% untuk sensor Pemantau; 3) data hasil pemantauan level volume dan suhu kerja sudah terintegrasi dengan internet melalui platform IoT Ubidots; 4) data dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan *smartphone* melalui aplikasi Ubidots Explorer; dan 5) disain dan konstruksi alat sangat berpengaruh terhadap kerja sistem kendali, karena alat (*digester*), sebagai media aplikasi, harus mampu mendukung kerja sistem kendali nantinya.

Kata Kunci:

Sistem kendali otomatis, *Digester*, Mikrokontroler, *Internet of Things*.

Abstract

This research discusses the application of an automatic control system for controlling and monitoring the volume level and working temperature of the *Digester* based on the *Internet of Things*. The *digester* machine is a machine that still uses a manual system for controlling and monitoring the volume level and working temperature. This research was conducted through the literature study stage, observing the monitoring system and controlling the volume level and working temperature of the *digester* machine directly in the field, designing the control system, testing and analyzing as a whole on how the control system works on a miniature *digester* machine. The result showed that: 1) the control system for controlling and monitoring the volume level and working temperature of the *digester* can work stably and continuously; 2) the measurement result by the sensor have an error rate of 1.747% for the controller sensor and 1.520% for the monitoring sensor; 3) data on the result of monitoring the volume level and working temperature have been integrated with the internet through the Ubidots IoT platform; 4) data can be monitored remotely using a *smartphone* via the Ubidots Explorer application; and 5) the design and construction of the equipment greatly influences the work of the control system, because the machine (*digester*), as an application medium, must be able to support the work of the control system later.

Keywords:

Automatic control system, *Digester*, Microcontroller, *Internet of Thing*

Pendahuluan



Secara sederhana, proses pengolahan kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO) dilakukan melalui tahap perebusan, penebahan, pencabikan, pengempaan, dan pemurnian. Pengolahan tersebut dilakukan menggunakan mesin-mesin dengan spesifikasi tertentu sesuai kebutuhan dan fungsi operasi. Mesin-mesin beroperasi secara semi-otomatis di mana sebagian besar masih mengandalkan sistem manual dan beberapa mekanisme sudah bekerja berdasarkan sistem elektrik, hidrolik, pneumatik, dan lain-lain. Meski demikian, pengontrolan dan pengambilan keputusan tetap berdasar pada operator mesin tersebut.

Proses pengolahan yang sebagian besar masih menggunakan teknologi manual dengan mengandalkan Sumber Daya Manusia (SDM) dalam proses pengambilan keputusan berpotensi menimbulkan berbagai kendala. Mesin *digester* adalah salah satu mesin yang masih menggunakan sistem manual pada sistem pengontrolan dan pemantauan level volume serta suhu kerjanya.

Landasan Teori

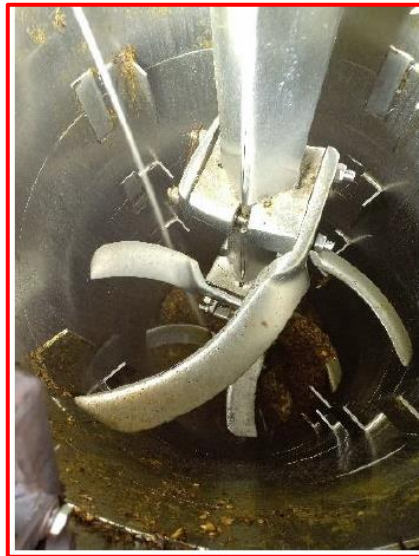
Digester

Mesin *digester* adalah suatu mesin yang digunakan untuk mencabik sambil mengaduk, dalam hal ini yang diaduk adalah brondolan (*fruitlet*) agar terbuka daging buahnya, dengan cara memutar pisau yang terpasang pada poros ke-2 dan buah tersebut akan terbentur pada pisau tetap (*wall blade*) yang dipasang pada dinding dalam *digester* (Tarigan, 2008).

Mesin *digester* memiliki spesifikasi berbentuk tabung silinder yang diisolasi pada bagian luar. Tabung silinder terbuat dari bahan *plate mild steel* yang dilapisi *liner* dari bahan *stainless steel* 6 mm dan *bottom plate* terbuat dari *mild steel plate* 9-12 mm. Pada bagian dalam dilengkapi dengan pisau pencabik (*stirring arm*) sebanyak 5 set dipasang melintang dan berselang-seling, serta satu set pisau pelempar (*expeller arm*) yang dipasang pada bagian bawah poros (*shaft*) sebagai pendorong massa campuran brondolan agar keluar menuju ke *chute press*. Pisau pencabik memiliki kemiringan tertentu sehingga pada saat pengoperasian memberikan efek naik turun dari brondolan dan hal ini akan menyebabkan pencabikan. Dinding *digester* juga dilengkapi dengan *baffle* siku atau *plate* penahan untuk memberikan efek pencabikan yang lebih sempurna. Bagian bawah *shaft* bertumpu pada *bearing* atau *bushing* pada *stuffing box*. *Shaft* digerakkan oleh elektromotor 30 HP dengan putaran 1.450 rpm dan direduksi oleh *gear box* sehingga mencapai putaran 25 rpm. Mesin *digester* dilengkapi *steam injection* untuk mempertahankan suhu massa tetap di antara 90-95°C. Contoh *digester* dapat dilihat pada Gambar 1.

Ahmad Mahfud dkk

Sistem Kendali Otomatis
Pengendalian serta
Pemantauan Level
Volume dan Suhu Kerja
Digester Berbasis
Internet of Things



Gambar 1 Mesin *Digester*

Papan Arduino Uno R3

Menurut Kadir (2018) Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan Smart Projects dengan salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo Banzi. Papan Arduino mengandung mikrokontroler dan sejumlah input/output (I/O) yang memudahkan pemakai untuk menciptakan berbagai proyek elektronika yang dikhususkan untuk menangani tujuan tertentu dan dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2 KB untuk memegang data, flash memory berukuran 32 KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM). SRAM digunakan untuk menampung data atau hasil pemrosesan data selama arduino menerima pasokan catu daya. *Flash memory* untuk menaruh program yang dibuat. EEPROM digunakan untuk menaruh data milik pengguna secara permanen.

Menurut Saptaji (2015) Arduino merupakan papan elektronik berbasis mikrokontroller ATmega yang memenuhi sistem minimum mikrokontroller agar dapat bekerja secara mandiri (*stand alone controller*).

Menurut Feri Djuandi (2011) Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merek ATmega yang dibuat oleh Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.



Gambar 2 Arduino Uno R3

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang mengirimkan gelombang suara dan kemudian memantau pantulannya sehingga dapat digunakan untuk mengetahui jarak antar sensor dengan objek yang memantulkan kembali gelombang suara tersebut (Kadir, 2018). Menurut Wicaksono (2019) sensor ultrasonic HC-SR04 dapat mengukur jarak dengan rentang dari mulai 2 cm sampai dengan 4 m, dimana akurasinya mencapai 3 mm dan di dalamnya terdapat ultrasonic transmitter, receiver, dan control circuit. Memiliki input tegangan 5 V DC, arus 15 Ma, frekuensi kerja 40 KHz, dan sudut pengukuran 15°.



Gambar 3 Sensor HCSR04

Sensor Suhu MLX90614 GY-906

Menurut Wicaksono (2019) modul sensor suhu MLX90614 GY-906 adalah sebuah sensor suhu infrared non-kontak yang mampu digunakan untuk mengukur suhu objek antara -70°C sampai dengan 382,2°C yang dibangun berdasarkan sensor suhu MELEXIS MLX90614-BAA-000-TU-ND. Akurasi yang tinggi dari sensor ini dapat dicapai karena memiliki low noise amplifier, ADC 17 bit dan unit DSP MLX90302 yang sangat bagus.

MLX90614 sudah dikalibrasi dari pabrik dengan pengukuran rentang suhu -40°C sampai dengan 125°C untuk suhu lingkungan dan -70°C sampai dengan $382,2^{\circ}\text{C}$ untuk suhu objek yang akan diukur. Terdapat dua tipe dari modul ini, yaitu tipe dengan VCC 3,3 V dan tipe dengan VCC 5 V.



Gambar 4 Sensor MLX90614

Motor Direct Current (DC) 12 Volt

Motor DC merupakan jenis motor sederhana yang bekerja dengan prinsip induksi magnetik. Untuk dapat menghasilkan energi mekanik, diperlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan (Nugroho & Agustina, 2015). Motor DC terdiri dari bagian utama yaitu stator (bagian diam) dan rotor (bagian berputar). Motor DC akan terus berputar selama catu daya diberikan dan arah putaran yang dihasilkan motor DC dapat diubah dengan membalikkan pemberian catu daya tersebut.



Gambar 5 Motor DC

Modul Driver Motor L298N

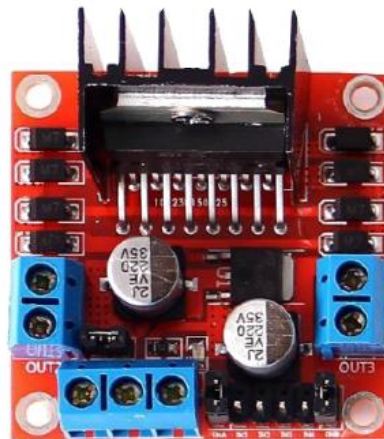
Modul *driver* motor L298N adalah sebuah H-Bridge Dual Motor Controller 2A yang memungkinkan kita untuk mengatur arah putaran maupun kecepatan dari satu atau dua motor DC dan dapat digunakan

untuk motor dengan rentang 5 V-35 V (Wicaksono, 2019). Modul *driver* motor L298N memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. *Double H-Bridge drive chip* L298N.
2. *Logical voltage* 5 V.
3. *Logical current* antara 0 – 36 Ma.
4. *Drive voltage* antara 5 V sampai dengan 35 V.
5. *Drive current* sebesar 2 A untuk setiap motor DC.
6. Berat 30 gram.

Ahmad Mahfud dkk

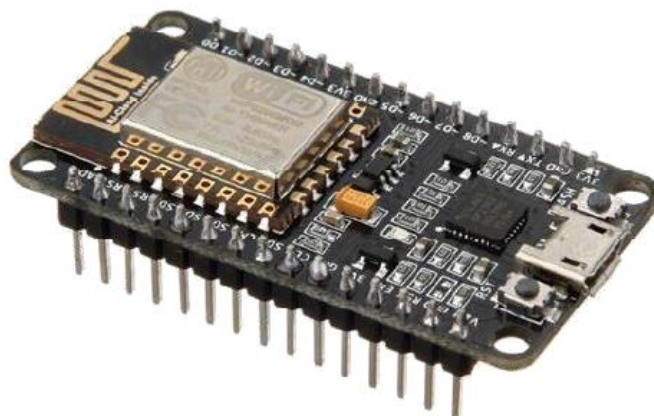
Sistem Kendali Otomatis
Pengendalian serta
Pemantauan Level
Volume dan Suhu Kerja
Digester Berbasis
Internet of Things



Gambar 6 Driver Motor L298N

NodeMCU V3

NodeMCU adalah sebuah papan elektronik yang merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform Internet of Things* (IoT) keluarga ESP8266 tipe ESP-12 dan memiliki kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler serta koneksi internet (WiFi) (Dewi dkk, 2019). Untuk pemrograman dan catu daya, NodeMCU menyediakan *micro USB port*, selain itu juga terdapat *push button reset* dan *flash*. Pemrograman NodeMCU dapat dilakukan melalui Arduino IDE dengan melakukan penyesuaian pada *board manager* di Arduino IDE.



Gambar 7 NodeMCU V3

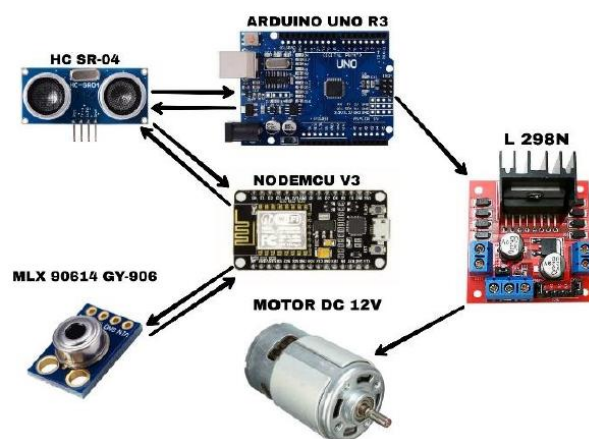
Metodologi

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk mengumpulkan dan merangkum informasi dari catatan tertulis terkait konstruksi, spesifikasi, dan cara kerja mesin sesuai dengan Instruksi Kerja (IK) yang berlaku. Kemudian mengamati sistem pemantauan dan pengendalian level volume serta suhu kerja mesin *digester* secara langsung di lapangan, di mana masih mengandalkan mekanisme manual dan memiliki banyak kekurangan. Perancangan sistem kendali dimulai dengan merakit motor DC dan modul sensor yang terdiri dari sensor suhu, sensor ultrasonik, dan driver motor. Hasil pengukuran yang dihasilkan dari modul sensor akan diterima oleh papan Arduino Uno R3 untuk selanjutnya diolah dan dijadikan dasar pengambilan keputusan buka tutup pintu pengendalian umpan. Kemudian, hasil pengukuran juga akan terintegrasi dengan fasilitas internet dan ditampilkan pada *platform* IoT Ubidots dengan bantuan modul NodeMCU V3. Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang muncul pada sistem kendali otomatis baik sistem pengontrol maupun sistem pemantau. Pada tahap analisa akan dilakukan analisis secara menyeluruh terhadap bagaimana kerja sistem kendali pada miniatur mesin *digester* seperti hasil pengukuran sensor, kinerja pengendalian level volume, dan sistem akses data melalui *platform* IoT Ubidots.

Hasil dan Pembahasan

Rangkaian Sistem Kendali

Perancangan alat meliputi penempatan modul-modul sensor pada miniatur mesin *digester* serta proses *wiring* dengan papan Arduino Uno R3 dan NodeMCU V3. Ilustrasi rangkaian sistem kendali dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Rangkaian Sistem Kendali

Rangkaian tersebut terdiri dari:

1. Sistem Pengontrolan Umpan
Menghubungkan peran sensor ultrasonic HCSR04 dengan Arduino Uno R3, serta mengkoneksikan Arduino Uno R3 terhadap Motor DC 12V melalui *Driver* Modul.

2. Sistem Pemantauan Level Volume dan Suhu

Menghubungkan sistem komunikasi informasi dari sensor HCSR04 dan sensor MLX90614 ke NodeMCU untuk pengiriman data lebih lanjut melalui WiFi dan ditampilkan dalam *dashboard*.

Hasil *sketch* pada sistem kendali terdiri dari:

1. *Sketch* Sistem Pengontrol

```
int bacaping()
{
  digitalWrite(pin_trigger, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(pin_trigger, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(pin_trigger, LOW);
  durasi = pulseIn(pin_echo, HIGH);
  jarak = jarak_dasar - 0.0343 * (durasi/2);
  level = 1.0278 * jarak - 4.1389;
  Serial.print("Level: ");
  Serial.println(level);
  delay(1000);
}

int berhenti()
{
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);
  digitalWrite(11, LOW);
  20
}

int motorbawahbuka() //ccw
{
  digitalWrite(6, HIGH);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);
  digitalWrite(11, LOW);
}

int motorbawahtutup() //cw
{
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(9, HIGH);
  digitalWrite(10, LOW);
  digitalWrite(11, LOW);
}

int motoratasbuka() //ccw
{
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, HIGH);
  digitalWrite(11, LOW);
}

int motoratastutup() /
{
  digitalWrite(6, LOW);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);
  digitalWrite(11, HIGH);
}
```

Ahmad Mahfud dkk

Sistem Kendali Otomatis
Pengendalian serta
Pemantauan Level
Volume dan Suhu Kerja
Digester Berbasis
Internet of Things

2. *Sketch* Sistem Pemantauan terintegrasi Internet.

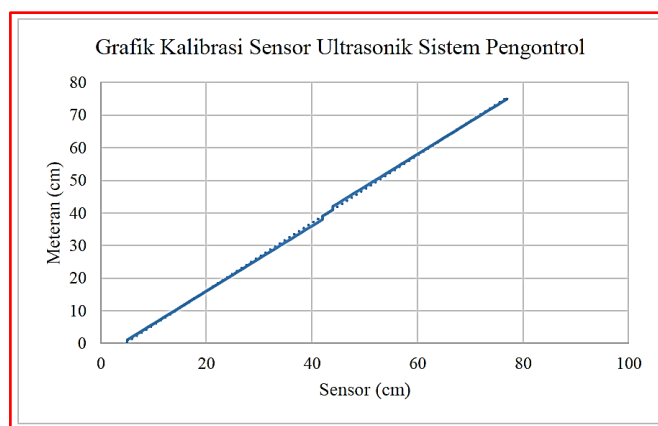
```
Serial.print("suhu = ");  
Serial.print(mlx.readAmbientTempC());  
double temp = mlx.readAmbientTempC();  
ubidots.add("Level", jarak);  
ubidots.add("Suhu", temp);  
ubidots.ubidotsPublish("levelVolume");  
ubidots.loop();
```

Pengujian Komponen Sistem Kendali

Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 meliputi:

1. Sistem Pengontrol

Hasil kalibrasi Sensor Ultrasonik pada Sistem Pengontrol terlihat pada Gambar 9.

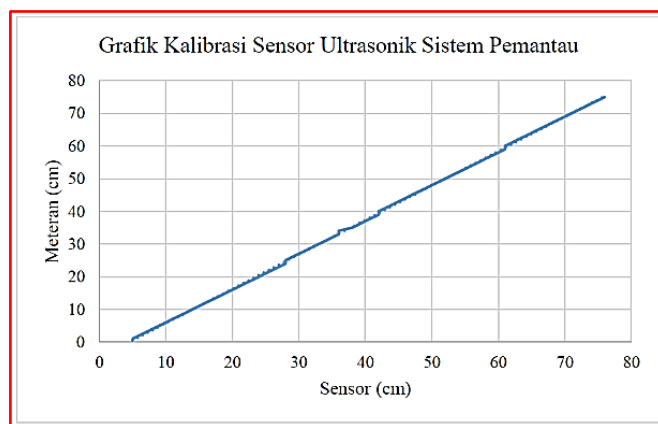


Gambar 9 Grafik Hasil Kalibrasi Sensor Sistem Pengontrol

Dari data Sistem Pengontrol yang terkumpul, diperoleh hasil perhitungan rata-rata *error* pengukuran setelah dikalibrasi adalah sebesar 1,747%.

2. Sistem Pemantau

Hasil Kalibrasi Sensor Ultrasonik pada Sistem Pemantau adalah seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik Hasil Kalibrasi Sensor Sistem Pemantau

Dari data yang Sistem Pemantau yang terkumpul, diperoleh hasil perhitungan rata-rata *error* pengukuran setelah dikaliberasi adalah sebesar 1,520%.

Hasil pengujian respon kinerja motor DC yang ditempatkan pada posisi atas dan bawah adalah seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Respon Kinerja Motor DC

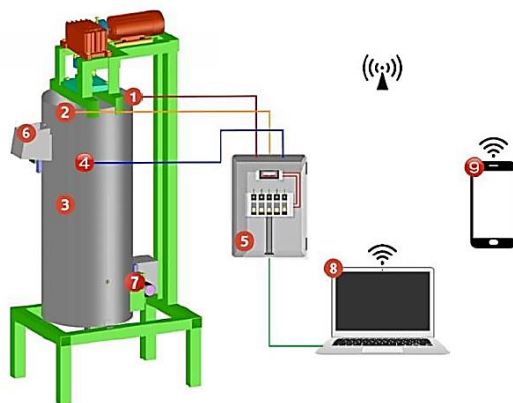
Motor DC	Pin Digital Arduino				Arah Putar
	6	9	10	11	
Atas	HIGH	LOW	LOW	LOW	CCW
	LOW	HIGH	LOW	LOW	CW
	LOW	LOW	LOW	LOW	STOP
Bawah	LOW	LOW	HIGH	LOW	CCW
	LOW	LOW	LOW	HIGH	CW
	LOW	LOW	LOW	LOW	STOP

Ahmad Mahfud dkk

Sistem Kendali Otomatis
Pengendalian serta
Pemantauan Level
Volume dan Suhu Kerja
Digester Berbasis
Internet of Things

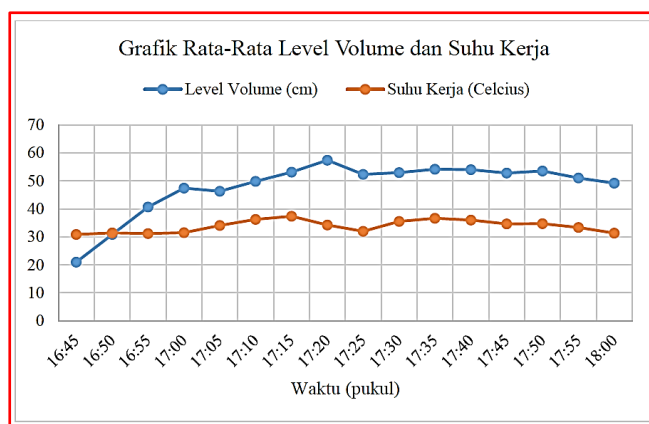
Implementasi Sistem Kendali

Ilustrasi penempatan modul sensor dan *box* panel dapat dilihat pada Gambar 11.

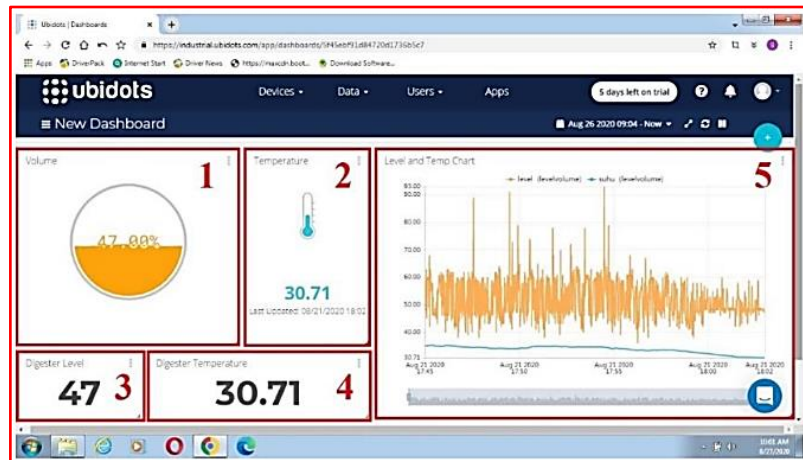


Gambar 11 Ilustrasi Penempatan Sensor dan Box Panel

Hasil pengujian yang diperoleh selama implementasi dapat dilihat pada Gambar 12 – 14.



Gambar 12 Grafik Rata-rata Hasil Pemantauan Level Volume dan Suhu Kerja *Digester*

Gambar 13 Hasil Tampilan *Dashboard* Ubidots Melalui LaptopGambar 14 Hasil Tampilan di *Smartphone* Melalui Aplikasi Ubidots Explorer

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem kendali pengontrolan dan pemantauan level volume serta suhu kerja *digester* dapat bekerja dengan stabil dan kontinu.
2. Hasil pengukuran oleh sensor memiliki tingkat rata-rata *error* sebesar 1,747% untuk sensor Pengontrol dan 1,520% untuk sensor Pemantau.

3. Data hasil pemantauan level volume dan suhu kerja sudah terintegrasi dengan internet melalui *platform* IoT Ubidots.
4. Data dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan *smartphone* melalui aplikasi Ubidots Explorer.
5. Disain dan konstruksi alat sangat berpengaruh terhadap kerja sistem kendali, karena alat (*digester*), sebagai media aplikasi, harus mampu mendukung kerja sistem kendali nantinya.

Ahmad Mahfud dkk
 Sistem Kendali Otomatis
 Pengendalian serta
 Pemantauan Level
 Volume dan Suhu Kerja
Digester Berbasis
Internet of Things

Daftar Pustaka

- Dewi, N.H.L., Rohmah, M.F., & Zahara, S. 2019. *Prototype Smart Home dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)*. Mojokerto: Repositori Univesitas Islam Majapahit Innovative Electronics, de Kits PC Link Serial PPI, International Business Machines Corporation.
- Kadir, A. 2018. *From Zero to a Pro Arduino*, Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi.
- Mahfud, A. 2017. Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535 di Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 9(2), 113-124.
- Nugroho, N., & Agustina, S. 2015. Analisa Motor DC (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik. *Jurnal Mikrotiga*, 12(1), 28-34.
- Saputro, T.T. 2018. Daftar Platform yang Berguna untuk Membangun Project IoT (Bagian 1). <http://www.embeddednesia.com>. Diakses pada 31 Agustus 2020.
- Tarigan, J.E. 2008. Perancangan Sebuah Mesin Digester yang Dipergunakan pada Pabrik Kelapa Sawit dengan Kapasitas 10 Ton TBS/jam. *Skripsi*. Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Wicaksono, M.F. 2019. *Aplikasi Arduino dan Sensor*. Bandung: Informatika.