

Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Fluida Berbasis Arduino dan Website

(Monitoring and Controlling Fluid System Based on Arduino and Website)

Noviana Widyaningrum¹, Unan Yusmaniar Oktiawati²

Abstract—IoT can combine hardware and software for communication between them. The application of this system can be done on a solenoid valve to regulate the flow via online, which can be varied based on current temperature. The fluid flows are validated with a flow meter sensor that sends data to a server to decide whether the flows need to be added to the furnace or not. There is a database server that stores data in cloud from sensors so that the system can run realtime. The system is displayed on a website with dashboard display regarding the flow and the condition of the valves in realtime. In testing, black box testing is used to make more use of functional things in the system designed for the convenience of users of fluid flow monitoring and control, based on the appearance of the website used, the functions available, the results of the sensors provided, and the data transmission process that is running. Furthermore, the system can show that the function of the hardware or website to monitor and control fluid discharge has been running well and can be used by users easily and beneficially.

Intisari—IoT merupakan perpaduan antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk melakukan komunikasi antara keduanya. Penerapan sistem ini dapat dilakukan pada katup solenoid untuk mengatur aliran secara daring yang akan disesuaikan dengan suhu yang naik atau turun. Validasi debit fluida yang dihasilkan ini dibaca oleh sensor *flow meter* yang akan mengirim data ke server, baik terjadi penambahan aliran yang akan menuju ke tungku atau tidak. Terdapat server basis data yang menyimpan data pada *cloud* dari sensor, sehingga sistem dapat berjalan secara daring. Sistem ditampilkan pada website dengan dashboard yang meliputi nilai debit aliran dan kondisi katup secara *real-time*. Dalam pengujiannya, *blackbox testing* digunakan agar lebih memanfaatkan hal fungsional pada sistem yang dirancang demi kenyamanan pengguna terhadap pemantauan dan pengendalian debit fluida berdasarkan tampilan *website* yang digunakan, fungsi yang ada, hasil dari sensor yang diberikan, serta proses transmisi data yang berjalan. Sistem dapat menunjukkan bahwa fungsi pada perangkat keras maupun *website* untuk memantau maupun mengendalikan debit fluida telah berjalan dengan baik dan dapat digunakan oleh pengguna secara mudah dan bermanfaat.

Kata Kunci—*Black Box Testing, Website, Katup Solenoid, Sensor Flow Meter.*

I. PENDAHULUAN

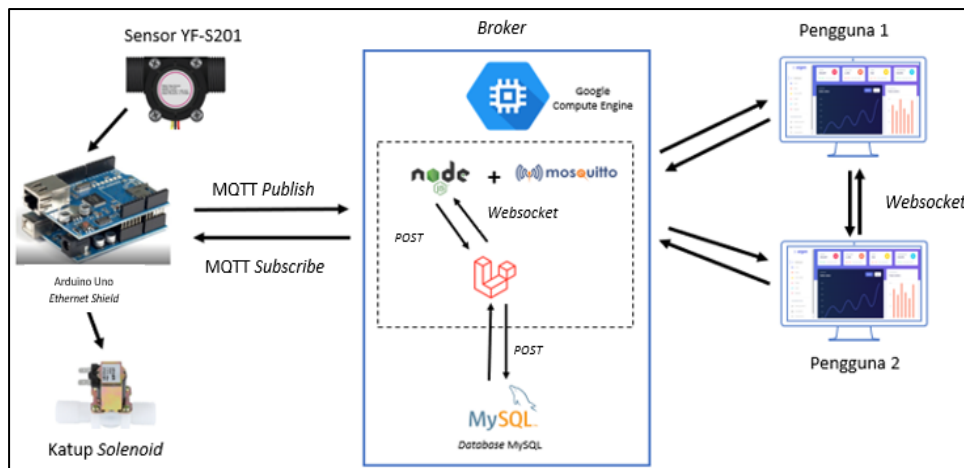
Saat ini, tingkat efisiensi dan kemudahan diterapkan merupakan tolok ukur dalam penerapan teknologi yang

berkembang dengan tujuan untuk memangkas waktu dan kegiatan manusia secara efektif. Salah satu bentuk teknologi yang berkaitan erat dengan tingkat produktivitas manusia adalah *Internet of Things* atau biasa disebut dengan IoT. IoT merupakan komunikasi data yang terjadi antara objek fisik dengan objek yang bersifat maya pada suatu jaringan global [1]. Implementasi alat IoT dapat diterapkan di berbagai sektor, seperti rumah tangga, pertanian, perkebunan, perairan, bahkan industri. Hal ini dikarenakan adanya mikroprosesor yang berperan sebagai pemroses utama dari sensor yang diterapkan dan dapat terhubung ke internet, sehingga hasil dari pembacaan sensor yang didapatkan dapat dipantau dan dianalisis secara otomatis serta *real-time* dengan disambungkan ke berbagai platform, seperti web, aplikasi Android, dan Telegram. IoT semakin berkembang untuk membantu pekerjaan manusia yang berhubungan dengan teknologi dengan mengintegrasikan beberapa perangkat, seperti sensor, *Radio Frequency Identification* (RFID), *wireless sensor network*, dan sebagainya yang dimungkinkan, agar mudah untuk berkomunikasi melalui koneksi internet [2]. IoT didefinisikan sebagai bentuk kegiatan yang dilakukan dengan menggunakan media akses sehingga segala bentuk aktivitas menjadi mudah, juga dapat dihubungkan dengan *cloud* yang akan membuat sistem IoT menjadi semakin efisien. Tidak hanya itu, dengan disimpan dalam *cloud* ini, pengguna menjadi mudah untuk mengambil data kapan saja dan di mana saja, serta keamanannya pun terjamin. Akan tetapi, untuk menjalankan IoT yang terintegrasi *cloud computing*, akses *bandwidth* yang cukup serta penyimpanan yang besar harus terpenuhi [3].

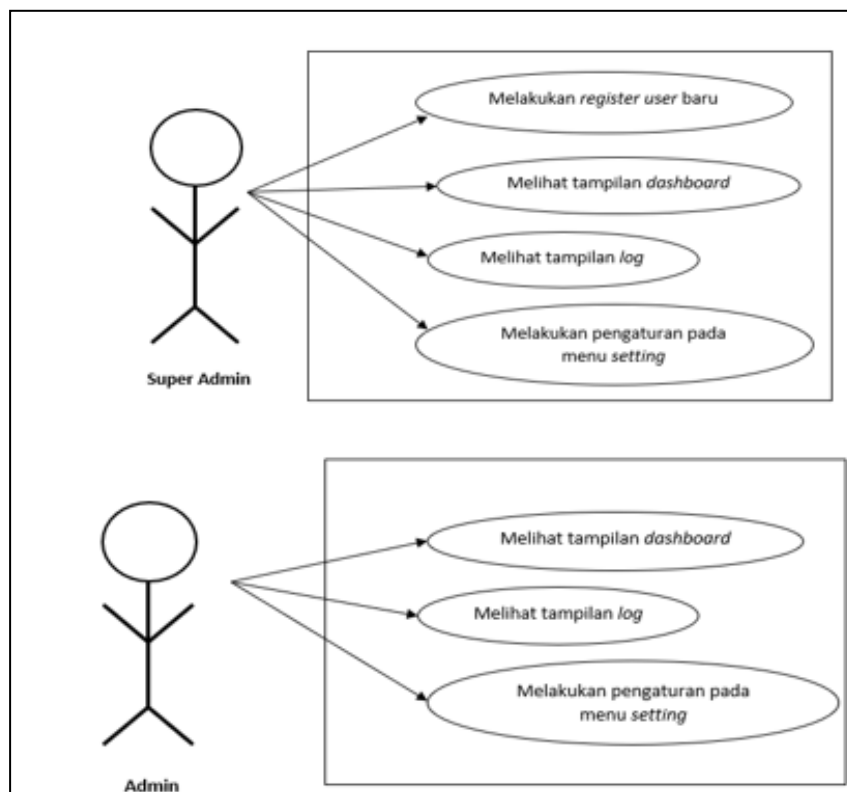
Dari tinjauan tersebut, digunakan mikroprosesor Arduino Uno dengan dasar perangkat yang mudah didapatkan dengan harga terjangkau dan kompatibel untuk perancangan sistem yang berbasis IoT dari yang sederhana hingga kompleks sekalipun. Arduino Uno mampu melakukan *monitoring* atau pemantauan di dalam maupun luar ruangan yang juga terhubung dengan jaringan lokal maupun publik menggunakan *ethernet shield* atau *Wi-Fi shield* dan disimpan dalam penyimpanan lokal maupun server secara *real-time*.

Makalah ini membahas pemantauan aliran debit bahan bakar berbasis Arduino dan *website*. Penelitian sebelumnya yang mirip telah dilakukan, yaitu sistem pengendalian suhu pada tungku bakar yang dapat dijalankan otomatis menggunakan metode kontroler PID dan *hand tuning* [4]. Keuntungan dari penerapan metode ini adalah respons yang halus dan cepat yang dibuktikan dengan kenaikan suhu dengan acuan laju pembakaran yang telah ditentukan memiliki rata-rata kesalahan sebesar 1,877%. Kemudian kontroler PID berbasis Arduino menghasilkan respons sesuai yang direncanakan dan dapat

^{1,2} Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Yacarana Sekip IV, Yogyakarta, 55281 INDONESIA (telp: (0274) 6491302, 56111; fax: (0274) 542908; e-mail: ¹noviana.widyaningrum@mail.ugm.ac.id; ²unan_yusmaniar@ugm.ac.id)



Gbr. 1 Topologi sistem.



Gbr. 2 Use case diagram.

diaplikasikan pada sistem pengendalian suhu untuk mencapai laju pembakaran yang diinginkan. Komponen yang digunakan adalah Arduino Uno Rev3, sensor suhu PT100, dan motor servo [4].

Adanya pemantauan objek berupa debit fluida yang menuju ke tungku menjadi sebuah solusi untuk mengefektifkan kinerja manusia. Sistem bekerja dengan mengambil data aliran dan melakukan perhitungan debit yang didapatkan secara *real-time* terhadap perubahan yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Oleh karena itu, diperlukan aksi yang cepat tanggap untuk mengatasi hal tersebut agar tidak sampai menimbulkan kelebihan maupun kekurangan volume fluida pada tungku. Platform yang digunakan sebagai server adalah Google Compute Engine yang

kompatibel dengan perangkat IoT serta protokol MQTT. Google Compute Engine termasuk sebagai *infrastructure-as-a-service* sebagai penyedia sumber daya komputasi virtual seperti CPU, penyimpanan (*storage*), dan komponen jaringan, sehingga memudahkan pengguna melakukan integrasi sistem, baik dengan perangkat keras maupun perangkat lunak [5]. Ini juga dipilih karena dapat menghasilkan alamat IP publik secara otomatis dan menggunakan teknologi *serverless*, sehingga mudah dilakukan konfigurasi kebutuhan server yang diinginkan tanpa harus memikirkan perawatan fisik server.

Makalah ini menawarkan solusi dengan melakukan pemantauan pada fluida maupun pengendalian secara jarak jauh terhadap perangkat yang digunakan. Arduino Uno

TABEL I
SKENARIO BLACKBOX TESTING

Data Masukan	Skenario Pengujian
Sensor <i>flow meter</i> YF-S201	Pembacaan data debit fluida yang mengalir pada pipa
Katup solenoid	Pembuka katup pada pipa tambahan
<i>Ethernet shield</i>	Penerima jaringan internet
<i>Login</i>	Melakukan <i>login</i> masuk ke <i>website</i>
Log	Melihat riwayat aktivitas pemantauan dan pengendalian yang dilakukan di <i>website</i>
Beranda	Menampilkan grafik pembacaan sensor secara <i>real-time</i>
Pengaturan	Mengatur katup solenoid pada pipa tambahan dengan mendapatkan data suhu
Notifikasi	Pemberitahuan apabila katup telah terbuka maupun tertutup

TABEL II
BLACKBOX TESTING PADA KATUP SOLENOID

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Status <i>ON</i>	Katup solenoid dapat membuka penuh ketika diberikan tegangan yakni <i>HIGH</i> pada mikrokontroler.	Katup solenoid terbuka penuh.	Berhasil
Status <i>OFF</i>	Katup solenoid dapat menutup ketika tegangan diubah menjadi <i>LOW</i> .	Katup solenoid tertutup penuh.	Berhasil

diimplementasikan sebagai mikroprosesor yang akan terintegrasi dengan *website*.

II. PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN

A. Perancangan Sistem

Sensor YF-S201 sebagai sensor *flow meter* berfungsi mendeteksi laju aliran yang bersifat fluida yang ditunjang juga dengan penyelubung sensor dengan bahan plastik [6]. Hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan ke server basis data yang berupa *cloud computing* milik Google dibidang IoT, yaitu Google Compute Engine, kemudian hasilnya ditampilkan dengan laman web di sisi *end-user*. Selain dapat memantau debit, web juga dapat mengontrol debit yang masuk dengan mengaktifkan pipa tambahan atau tidak, memberikan notifikasi apabila debit terlalu deras, dan terdapat log. Pada pipa tambahan yang digunakan ini terdapat katup solenoid yang memiliki tegangan 12 V dengan kondisi awal tertutup, tetapi dapat terbuka bila sudah dialiri arus listrik. Tipe katup solenoid yang digunakan adalah yang berbahan plastik yang dapat digunakan untuk zat cair [7]. Protokol yang digunakan untuk pengiriman data adalah protokol MQTT yang bekerja berbasis suatu topik dengan mekanisme *publisher* dan *subscriber* yang berjalan dengan sederhana dan ringan untuk meminimalkan penggunaan *bandwidth* jaringan, kebutuhan sumber daya, dan memastikan pengiriman data dengan tepat [8]. Dalam hal ini,

TABEL III
BLACKBOX TESTING PADA SENSOR YF-S201

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Pembacaan data debit	Sensor YF-S201 dapat membaca debit yang melewati pipa dari tangki ke tungku.	Sensor YF-S201 membaca debit dalam satuan ml/detik yang melewati pipa dari tangki ke tungku.	Berhasil
Pengiriman data ke web dan basis data	Data dari sensor YF-S201 akan dikirim ke <i>website</i> dengan protokol MQTT dan ke basis data dengan protokol HTTP.	Sesuai harapan sensor dapat mengirimkan data.	Berhasil

TABEL IV
BLACKBOX TESTING PADA ETHERNET SHIELD

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Mendapat alamat IP	<i>Ethernet shield</i> mendapatkan alamat IP.	<i>Ethernet shield</i> mendapatkan alamat IP.	Berhasil
Terhubung ke internet	<i>Ethernet shield</i> terkoneksi dengan internet.	<i>Ethernet shield</i> terkoneksi dengan internet sehingga dapat membuka <i>website</i> dan mengirimkan data untuk ditampilkan.	Berhasil

Arduino adalah *publisher* dan *website* sebagai *subscriber*. Alur dari transmisi data diperlihatkan pada Gbr. 1.

B. Use Case Diagram

Use case digunakan untuk memperjelas pembagian tugas atau fungsi masing-masing pengguna terhadap perancangan sistem yang dibuat. *Use case diagram* divisualisasikan pada Gbr. 2. Dari *use case* tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat dua pengguna yang diberi akses untuk masuk ke sistem, yakni Super Admin dan Admin, dengan masing-masing fungsi seperti yang tampak pada gambar. Super Admin diperuntukkan bagi atasan atau pemimpin proyek sistem pemantauan dan pengendalian debit fluida, sehingga dapat melakukan segala fungsi, termasuk melakukan penambahan pengguna. Sementara itu, Admin adalah orang yang melakukan tugas sesuai arahan Super Admin dan diberi wewenang untuk melakukan pemantauan dan pengendalian terhadap sistem yang dirancang.

TABEL V
BLACKBOX TESTING MENU LOGIN

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> yang tidak terdaftar	Sistem memberitahu bahwa kombinasi salah	Muncul <i>popup</i> notifikasi <i>username and password combination invalid</i>	Berhasil
Memasukkan <i>username</i> saja	Terdapat peringatan untuk memasukkan <i>password</i>	Terdapat peringatan di bawah kolom <i>password</i> "Harap masukkan <i>Password</i> Anda!"	Berhasil
Memasukkan <i>password</i> saja	Terdapat peringatan untuk memasukkan <i>username</i>	Terdapat peringatan di bawah kolom <i>username</i> "Harap masukkan <i>Username</i> Anda!"	Berhasil
Memasukkan <i>username</i> dengan benar namun <i>password</i> salah	Sistem memberitahu bahwa kombinasi salah	Muncul <i>popup</i> notifikasi <i>username and password combination invalid</i>	Berhasil
Memasukkan <i>password</i> dengan benar namun <i>username</i> salah	Sistem memberitahu bahwa kombinasi salah	Muncul <i>popup</i> notifikasi <i>username and password combination invalid</i>	Berhasil
Memasukkan <i>username</i> dan <i>password</i> dengan benar	Dapat masuk ke sistem dan menampilkan menu Beranda	Berhasil masuk ke sistem dan menampilkan menu Beranda	Berhasil

TABEL VI
BLACKBOX TESTING MENU BERANDA

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Grafik pemantauan	Menampilkan grafik pemantauan debit fluida.	Menampilkan grafik dan status debit, suhu, kondisi katup secara <i>real-time</i> .	Berhasil

keseluruhan sistem. *Sampling* responden yang dituju adalah pegawai dinas di bagian penelitian dan pengembangan, mahasiswa maupun alumni program studi yang terkait dengan teknologi informasi, serta bebas. Tujuannya ialah untuk mengetahui sudah layak atau belum sistem ini dioperasikan dan mudah atau tidak untuk digunakan oleh orang-orang yang masih awam mengenai *website*. Masing-masing dilakukan pengambilan data dan disajikan dalam bentuk tabel yang kemudian dianalisis agar diperoleh suatu kesimpulan. Adapun rancangan formulir yang digunakan sebagai acuan untuk pengujian perangkat keras maupun perangkat lunak sistem ditunjukkan pada Tabel I.

Pengambilan data yang dilakukan menggunakan kuesioner mengikuti skala Guttman yang menggunakan dua opsi, yaitu "ya" dan "tidak". Skala Guttman ini memiliki perhitungan khusus untuk menilai jawaban responden dalam bentuk persentase, sehingga dapat diberikan kesimpulan layak atau tidak. Jawaban tersebut diubah menjadi 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban salah dengan memperhitungkan pula nilai *error*-nya [11]. Adapun dua koefisien yang harus terpenuhi untuk menghitung validitas persentasenya adalah sebagai berikut.

1) *Koefisien Reprodusibilitas (K_r)*: Koefisien ini digunakan untuk mengetahui jumlah kesalahan yang ada sehingga dapat diketahui nilai tingkat keandalannya. Hasil dikatakan cukup baik apabila memiliki nilai lebih dari atau sama dengan 0,90. Adapun rumus yang digunakan ditunjukkan pada (1).

$$K_r = 1 - \frac{e}{n} \quad (1)$$

dengan

e = jumlah *error* atau penyimpangan

n = jumlah butir pertanyaan \times jumlah responden [12].

2) *Koefisien Skalabilitas (K_s)*: Koefisien ini digunakan untuk menilai persentase toleransi penyimpangan yang dikatakan cukup baik apabila memiliki nilai lebih besar atau sama dengan 0,60 [12], seperti ditunjukkan pada (2).

$$K_s = 1 - \frac{e}{PE} \quad (2)$$

dengan

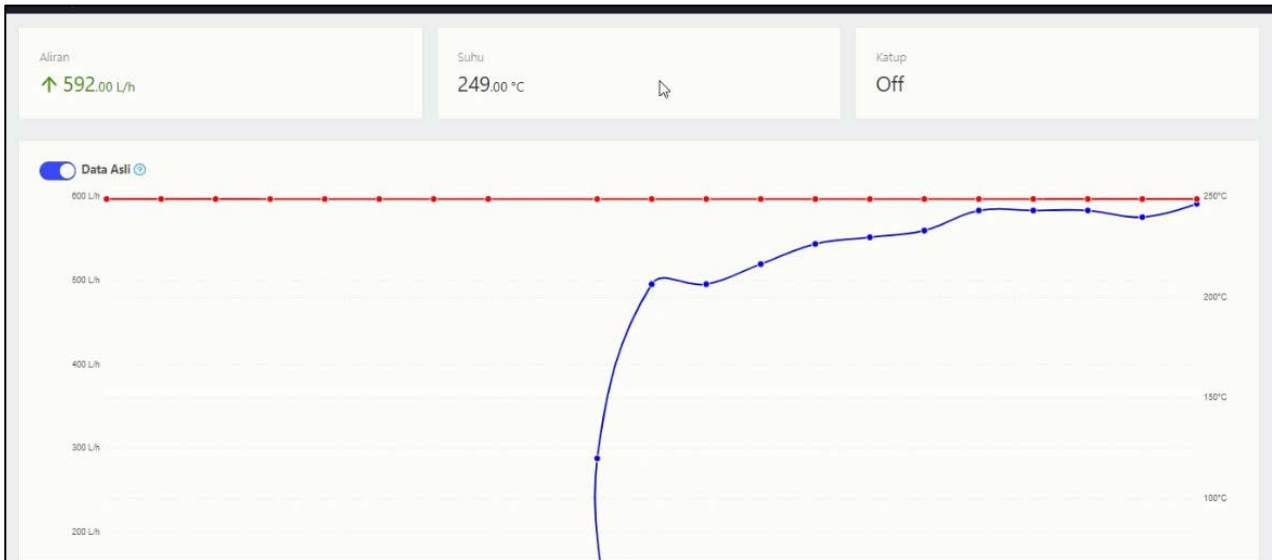
e = jumlah *error* atau penyimpangan

PE = jumlah *error* yang diharapkan ($0,5 \times n$) [13].

Dalam analisis hasil akan disampaikan dalam bentuk metode penelitian kualitatif deskriptif yang diuraikan berdasarkan fakta yang sudah didapatkan dari responden dalam bentuk narasi

C. Pengambilan Data

Pengujian yang digunakan adalah *blackbox testing*, yang merupakan salah satu metode pengujian sistem yang menggunakan *blackbox* sebagai teknik untuk pengujian yang berfokus pada hasil keluaran pada program dengan memberi nilai masukan dan menemukan kesalahan melalui lima parameter, yaitu fungsi, antarmuka, struktur data, kinerja aplikasi, maupun inisialisasi dan terminasi [9]. Selain itu, pengujian ini juga dipilih pada bagian pengujian sistem yang dibagi menjadi dua jenis, yakni fungsional dan nonfungsional. Namun, makalah ini melakukan pengujian fungsional pada aspek *smoke testing* dengan tujuan menentukan sistem dapat diuji atau tidak [10], baik perangkat keras maupun perangkat lunak, yang diambil datanya dengan kuesioner ke beberapa orang untuk mencoba *website* menggunakan "*guest mode*" dan ada yang bertindak sebagai Super Admin untuk mencoba



Gbr. 3 Grafik monitoring debit fluida.

The screenshot shows the 'Log' section of the MCF System interface, displaying 26361 data points. The table below represents the data shown in the log.

Tanggal	Aliran (L/h)	Suhu (°C)	Katup
2020-05-11 16:26:25	216.00 ↓16.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:24	232.00 ↓112.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:23	344.00 ↓128.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:22	472.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:22	472.00 ↓112.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:20	584.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:19	584.00	199.00	Off
2020-05-11 16:26:18	584.00	199.00	Off

Gbr. 4 Log data debit fluida.

[14], yang juga ditunjang untuk perhitungan validitas sistem terhadap kelayakannya untuk memenuhi *blackbox testing*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada dua sisi, yaitu perangkat keras yang meliputi sensor YF-S201, katup solenoid, dan *ethernet shield*, kemudian dilakukan pengujian perangkat lunak, yaitu menu dan fitur yang ada. Penelitian sebelumnya juga membagi menjadi dua bagian pengujian, yakni pengujian perangkat keras dengan perangkat lunak sistem yang menggunakan *blackbox testing*. Dari metode ini, didapatkan hasil dan analisis secara umum bahwa sistem dapat berjalan dengan baik berdasarkan hasil masukan dan hasil keluaran dari sistem pemantau kendaraan. Selain itu, dengan menggunakan metode ini juga

dapat diketahui fungsi yang tidak berjalan dengan benar, antarmuka yang bermasalah, kesalahan dalam mengakses sistem basis data maupun server, bahkan dapat diketahui juga hasil yang didapat sesuai atau tidak dengan perancangan aplikasi tersebut [15].

A. Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pada pengujian ini, katup solenoid diberi tegangan sebesar 12 V kemudian disambungkan dengan *relay* 5 V agar dapat terhubung dan diproses oleh mikrokontroler. Skenario dan hasil pengujian katup solenoid dengan metode *blackbox testing* sesuai dengan kebutuhan sistem disajikan dalam Tabel II. Adapun skenario dan hasil dari pengujian sensor YF-S201 dengan metode *blackbox testing* sesuai dengan kebutuhan

TABEL VII
BLACKBOX TESTING MENU LOG

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Tampilan log	Menampilkan tabel riwayat aktivitas yang dilakukan.	User dapat melihat tabel riwayat aktivitas yang dilakukan mulai dari waktu, debit aliran, suhu dan status katup solenoid.	Berhasil
Filter aliran	Menyaring data riwayat aktivitas aliran yang memuat kata kunci yang dimasukkan pada <i>field</i> pencarian.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas aliran yang memuat kata kunci yang diberikan.	Berhasil
Filter suhu	Menyaring data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang dimasukkan pada <i>field</i> pencarian.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang diberikan.	Berhasil
Filter kondisi aliran	Menyaring data riwayat aktivitas aliran yang memuat kata kunci yang dimasukkan pada <i>field</i> pencarian dengan kondisi operator tertentu.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas aliran yang memuat kata kunci yang diberikan dengan kondisi operator tertentu.	Berhasil
Filter kondisi suhu	Menyaring data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang dimasukkan pada <i>field</i> pencarian dengan kondisi operator tertentu.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang diberikan dengan kondisi operator tertentu.	Berhasil
Filter dua kondisi aliran	Menyaring data riwayat aktivitas aliran yang memuat kata kunci yang dimasukkan pada <i>field</i> pencarian dengan dua kondisi operator tertentu.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang diberikan dengan dua kondisi operator tertentu.	Berhasil
Filter kedua kondisi suhu	Menyaring data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang dimasukkan pada <i>field</i> pencarian dengan dua kondisi operator tertentu.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas suhu yang memuat kata kunci yang diberikan dengan dua kondisi operator tertentu.	Berhasil
Filter tanggal aliran	Menyaring data riwayat aktivitas aliran berdasarkan tanggal yang ditentukan.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas aliran berdasarkan tanggal yang ditentukan.	Berhasil
Filter tanggal suhu	Menyaring data riwayat aktivitas suhu berdasarkan tanggal yang ditentukan.	Melakukan dan menampilkan penyaringan data riwayat aktivitas suhu berdasarkan tanggal yang ditentukan.	Berhasil
Filter tidak sesuai	Tidak dapat memunculkan data apapun.	Tabel log menampilkan 0 data.	Berhasil
Hapus filter	Menghapus penyaringan data yang sebelumnya diaplikasikan.	Menghapus penyaringan data yang dilakukan sebelumnya dan mengembalikan ke tampilan log awal.	Berhasil
Refresh log	Memuat ulang data riwayat aktivitas log baik terjadi perubahan maupun tidak.	Data riwayat aktivitas log dimuat ulang saat diklik ikon "Refresh".	Berhasil

sistem disajikan dalam Tabel III, sedangkan skenario dan hasil dari pengujian *ethernet shield* dengan metode *blackbox testing* sesuai dengan kebutuhan sistem disajikan dalam Tabel IV.

B. Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Tahap pengujian perangkat lunak ini juga menggunakan metode *blackbox testing* untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan logika dan proses yang dilakukan perangkat, sehingga pengujian ini difokuskan pada nilai masukan dan keluaran dari sistem dengan memberikan nilai yang salah maupun benar. Untuk bagian perangkat lunak digunakan media *website* sebagai penampil data dan pengendalian untuk perangkat keras yang terintegrasi.

Beberapa butir uji menjabarkan menu *login* dengan metode *blackbox testing*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel V.

Selanjutnya adalah menu Beranda sebagai fokus utama pemantauan melalui *website*. Grafik pada menu ini akan berjalan secara *real-time*, yang dibuktikan dengan adanya waktu yang sesuai dengan kondisi saat sistem dijalankan, seperti pada Gbr. 3. Pengujian menu beranda ini dititikberatkan untuk mengetahui sistem dapat berjalan sesuai dengan skenario yang diharapkan atau tidak, yang diperinci melalui Tabel VI.

Pengujian menu *log* didasarkan pada butir uji, seperti melihat aktivitas, pencarian filter untuk fluida dan suhu serta kondisi yang diinginkan, dan memuat ulang riwayat. Selain itu, bagian log ini juga memiliki kolom "Tanggal" untuk

TABEL VIII
BLACKBOX TESTING MENU PENGATURAN

Butir Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenarnya	Kesimpulan
Pengaturan utama	Menampilkan pengaturan utama.	User dapat masuk ke pengaturan utama.	Berhasil
Menghidupkan katup <i>solenoid</i>	Mengeklik <i>button</i> "on" kemudian klik "Simpan" untuk menghidupkan katup <i>solenoid</i> .	Dapat mengklik <i>button</i> "on" dan klik "Simpan" untuk menghidupkan katup <i>solenoid</i> sehingga status menjadi "on" juga di beranda maupun log.	Berhasil
Mematikan katup <i>solenoid</i>	Mengeklik <i>button</i> "off" kemudian klik "Simpan" untuk mematikan katup <i>solenoid</i> .	Dapat mengklik <i>button</i> "off" dan klik "Simpan" untuk mematikan katup <i>solenoid</i> sehingga status menjadi "on" juga di beranda maupun log.	Berhasil
Menghidupkan notifikasi	Mengeklik <i>button</i> "on" kemudian klik "Simpan" untuk menghidupkan notifikasi.	Dapat mengklik <i>button</i> "on" dan klik "Simpan" untuk menghidupkan notifikasi sehingga pada bagian notifikasi akan muncul pemberitahuan bahwa menu Pengaturan telah diubah.	Berhasil
Mematikan notifikasi	Mengeklik <i>button</i> "off" kemudian klik "Simpan" untuk mematikan notifikasi.	Dapat mengklik <i>button</i> "off" dan klik "Simpan" untuk mematikan notifikasi sehingga pada bagian notifikasi akan muncul pemberitahuan bahwa menu Pengaturan telah diubah.	Berhasil
Mengisi notifikasi suhu	Mengeklik <i>button</i> "on" kemudian klik "Simpan" untuk menghidupkan notifikasi suhu bila mencapai nilai yang telah ditentukan.	Dapat mengklik <i>button</i> "on" dan klik "Simpan" untuk menghidupkan notifikasi nilai suhu yang telah ditentukan sehingga pada bagian notifikasi akan muncul pemberitahuan bahwa menu Pengaturan telah diubah.	Berhasil
Menghidupkan suhu buatan (Pengaturan Buatan)	Mengeklik <i>button</i> "on" kemudian klik "Simpan" untuk menghidupkan suhu buatan.	Dapat mengklik <i>button</i> "on" dan klik "Simpan" untuk menghidupkan suhu buatan sehingga pada bagian notifikasi akan muncul pemberitahuan bahwa menu Pengaturan telah diubah.	Berhasil
Mematikan suhu buatan (Pengaturan Buatan)	Mengeklik <i>button</i> "off" kemudian klik "Simpan" untuk mematikan suhu buatan.	Dapat mengklik <i>button</i> "off" dan klik "Simpan" untuk mematikan suhu buatan sehingga pada bagian notifikasi akan muncul pemberitahuan bahwa menu Pengaturan telah diubah.	Berhasil
Mengatur suhu buatan	Mengisi nilai suhu buatan.	Mengisi nilai suhu buatan kemudian klik "Simpan" sehingga pada beranda dan log nilai suhu akan tetap sesuai dengan yang diatur.	Berhasil
Klik <i>button</i> "Simpan"	Akan menyimpan semua pengaturan.	Muncul <i>popup</i> "Berhasil mengubah pengaturan".	Berhasil

memperlihatkan waktu dari kondisi sistem saat dijalankan, sehingga data yang dikirimkan selalu diperbarui. Hal ini juga dapat membuktikan bahwa sistem telah berjalan secara *real-time*, seperti ditunjukkan pada Gbr. 4. Butir uji pada menu Log didetailkan pada Tabel VII.

Pengujian menu pengaturan didasarkan pada butir uji, seperti pengaturan membuka atau menutupnya katup *solenoid*, pengaturan terhadap keluarnya notifikasi, dan pengaturan untuk menampilkan suhu standar dalam membuka atau menutupnya pipa tambahan yang terdapat katup *solenoid*. Pengendalian pada *website* terhadap katup *solenoid* dapat dilihat pada Gbr. 5. Butir uji tersebut didetailkan pada Tabel VIII, yang menguji keseluruhan bagian pada menu Pengaturan, baik yang umum maupun buatan.

C. Analisis Data Responden

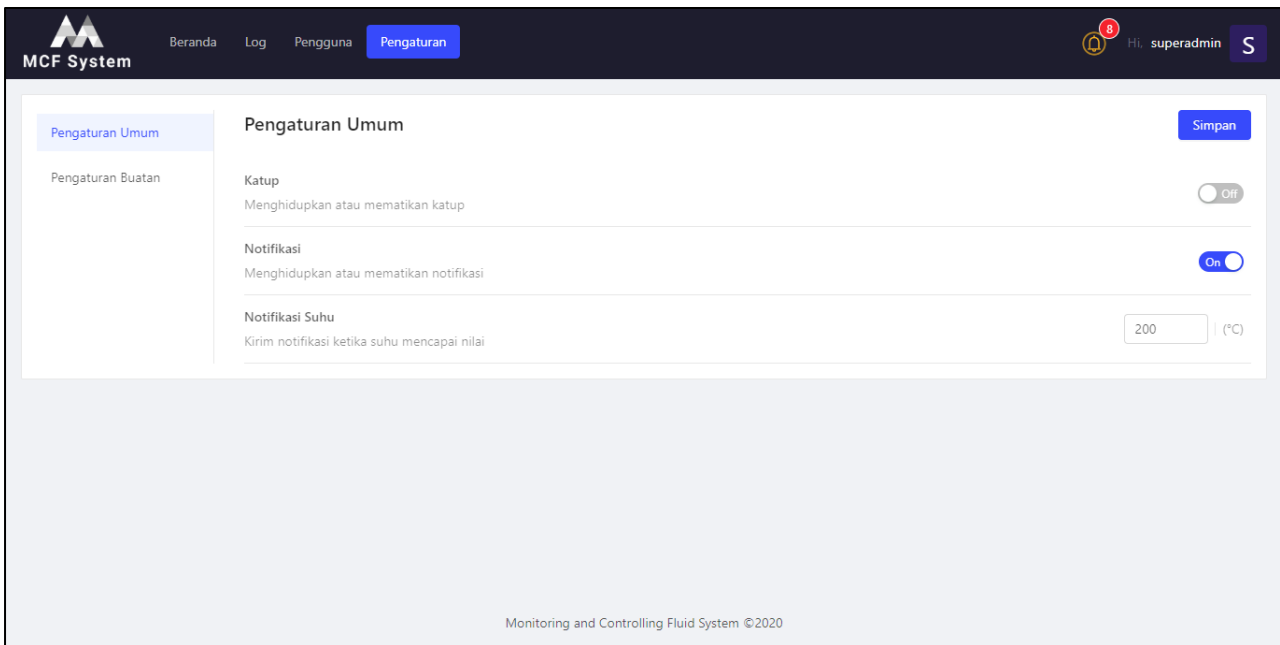
Setelah mendapatkan 137 responden yang menjawab 27 butir pertanyaan melalui Google Form dengan total jawaban sebanyak 3.699, tahapan selanjutnya adalah menentukan layak tidaknya sistem tersebut dioperasikan kepada pihak terkait dengan meninjau tampilan yang telah disediakan menggunakan metode *blackbox testing* dengan pengambilan skala keputusan

menggunakan skala Guttman. Tampilan dan hasil dari skala Guttman terhadap sistem pemantauan dan pengendalian debit fluida berbasis Arduino dan *website* diperlihatkan pada Gbr. 6.

Melalui program tersebut, dapat dilihat kalkulasi hasil terakhir untuk koefisien *reproducibility*, yaitu 0,949, dan koefisien *scalability*, yaitu 0,897. Kedua koefisien ini berada di atas ambang batas minimum koefisien, sehingga dapat dikatakan sudah layak uji secara *smoke testing* dan terbukti bahwa sistem dapat digunakan oleh pengguna dengan mudah dan bermanfaat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis dari *blackbox testing* terhadap prototipe sistem pemantauan dan pengendalian debit fluida berbasis Arduino dan *website*, dapat diambil kesimpulan bahwa *blackbox testing* yang digunakan untuk menguji perangkat lunak menghasilkan 42 status berhasil dan tidak ada yang gagal, sedangkan pengujian yang dilakukan oleh 137 responden dengan 27 pertanyaan menghasilkan koefisien *reproducibility* sebesar 95% dan *scalability* sebesar 90% pada seluruh fitur yang diuji. *Blackbox testing* yang dilakukan untuk pengujian perangkat keras mendapat hasil enam status berhasil dan tidak



Gbr. 5 Pengaturan kendali katup solenoid.

SKALO		Wahyu Widhiarso																																																																																																															
PROGRAM ANALISIS SKALA GUTTMAN		Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada 2011																																																																																																															
A. PETUNJUK																																																																																																																	
1. Masukkan Jumlah Butir dan Ukuran Sampel pada Kolom yang disediakan																																																																																																																	
2. Masukkan data pada kolom INPUT DATA																																																																																																																	
Catatan : Urutan butir harus sudah disesuaikan dengan urutan tingkat kesulitannya secara teoritik																																																																																																																	
B. INPUT BUTIR & SAMPEL		OUTPUT																																																																																																															
Masukkan Jumlah Butir	27	Jumlah Potensi Error	3699																																																																																																														
Masukkan Ukuran Sampel	137	Jumlah Error	190																																																																																																														
C. INPUT DATA		Koefisien Reprodusibilitas	0,949																																																																																																														
		Koefisien Skalabilitas	0,897																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>P</th> <th>0,99</th><th>0,99</th><th>0,99</th><th>0,98</th><th>0,97</th><th>0,96</th><th>0,96</th><th>0,95</th><th>0,95</th><th>0,95</th><th>0,95</th><th>0,95</th><th>0,94</th><th>0,93</th><th>0,93</th><th>0,93</th><th>0,93</th><th>0,92</th><th>0,91</th><th>0,91</th><th>0,91</th><th>0,9</th><th>0,9</th><th>0,88</th><th>0,85</th><th>0,77</th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th><th></th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th><th>A4</th><th>A5</th><th>A6</th><th>A7</th><th>A8</th><th>A9</th><th>A10</th><th>A11</th><th>A12</th><th>A13</th><th>A14</th><th>A15</th><th>A16</th><th>A17</th><th>A18</th><th>A19</th><th>A20</th><th>A21</th><th>A22</th><th>A23</th><th>A24</th><th>A25</th><th>A26</th><th>A27</th><th>A28</th><th>A29</th><th>A30</th><th>A31</th><th>A32</th><th>A33</th><th>A34</th><th>A35</th><th>A36</th><th>A37</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ID_1</td> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>				P	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,88	0,85	0,77									ITEM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	ID_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
P	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,91	0,9	0,9	0,88	0,85	0,77																																																																																							
ITEM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37																																																																												
ID_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																																					

Gbr. 6 Analisis skala Guttman data responden.

ada yang gagal, sehingga perangkat keras tersebut dapat digunakan dan diintegrasikan dengan baik pada sistem yang dirancang. Hasil pengujian menggunakan *blackbox testing* memberikan pengaruh terhadap fungsional sistem, terutama menggunakan *smoke testing* yang dapat digunakan oleh pengguna.

Sistem dapat bekerja secara *real-time* dan dapat mengirim data ke server, yakni Google Compute Engine. Sistem yang dirancang dapat digunakan untuk mempermudah pemantauan debit pada aliran tangki menuju tungku secara daring oleh Admin maupun Super Admin. Sistem yang dirancang dapat digunakan untuk mengendalikan katup dalam kasus penambahan debit fluida secara daring dan jarak jauh oleh Admin maupun Super Admin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah

Mada, dinas terkait yang telah memberikan kesempatan dan wawasan baru terhadap peneliti, serta responden yang telah menyempatkan waktunya untuk melakukan pengujian.

REFERENSI

- [1] I. Smith, K. Sakamura, A. Furness, R. Ma, Y.-W. Kim, E. Walk, C. Harmon, P. Chartier, P. Guillemin, dan D. Armstrong, "RFID and the Inclusive Model for the Internet of Things," CASAGRAS, West Yorkshire, UK, hal. 1-88, 2009.
- [2] A. Junaidi, "Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya: Review," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, Vol. I, No. 3, hal. 62-66, Agt. 2015.
- [3] O.K. Sulaiman dan A. Widarma, "Sistem Internet of Things (IoT) Berbasis Cloud Computing dalam Campus Area Network," *Seminar Nasional Fakultas Teknik UISU*, 2017, hal. 9-12.
- [4] R. Wiradhana, M.A. Muslim, dan Purwanto, "Sistem Pengendalian Suhu pada Tungku Bakar Menggunakan Kontroler PID," *Jurnal Mahasiswa TEUB*, Vol. 1, No. 5, hal. 1-6, 2013.
- [5] S. Shahzadi, M. Iqbal, Z.U. Qayyum, dan T. Dagiuklas, "Infrastructure as a Service (IaaS): A Comparative Performance Analysis of Open-Source

- Cloud Platforms,” 22nd *IEEE International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*, 2017, hal. 1-6.
- [6] (2019) “MODEL: YF-S201,” [Online], http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/YF-S201_SEA.pdf/, tanggal akses: 17-Des-2019.
- [7] (2020) “Plastic Water Solenoid Valve - 12V - 1/2" Nominal,” [Online], https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Adafruit%20PDFs/997_Web.pdf/, tanggal akses: 10-Jan-2020.
- [8] M.W. Habibi, A. Bhawiyuga, dan A. Basuki, “Rancang Bangun IOT Cloud Platform Berbasis Protokol Komunikasi MQTT,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 2, No. 2, hal. 479-485, Feb. 2018.
- [9] R.S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach Seventh Edition*, New York: McGraw Hills Company, 2010.
- [10] N. Balanagu (2011) “Validation: Black Box Testing,” [Online], <https://sites.google.com/site/testipscenter/validation/Black-box-testing/>, tanggal akses: 9-Apr-2020.
- [11] P. Dunn-Rankin, G.A. Knezek, S. Wallace, dan S. Zhang, *Scaling Method*, 2nd ed., New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2004.
- [12] F. Rangkuti, *Riset Pemasaran*, Jakarta, Indonesia: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1997.
- [13] W. Widhiarso (2011) “Belajar Metodologi Penelitian Kuantitatif: SKALO Program Analisis Skala Guttman,” [Online], <http://widhiarso.staff.ugm.ac.id/>, tanggal akses: 11-Apr-2020.
- [14] A. Anggito dan J. Setiawan, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, E.D. Lestari, Ed., Sukabumi, Indonesia, CV. Jejak, 2018, hal. 9-13.
- [15] Rastim, K.M. Lhaksana, dan D.T. Murdiansyah, “Aplikasi Internet of things Untuk Pengendali dan Pemantau Kendaraan,” *e-Proceeding of Engineering*, Vol.5, No.1, hal. 1724-1745, Mar. 2018.