

Perancangan Cooling System Untuk Box VSAT (Very Small Aperture Terminal) Menggunakan Arduino Uno.

Delia Ariana Putri¹, Muhammad Royhan²

^{1,2}Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta

^{1,2}Jalan Daan Mogot KM 11, RT. 1/RW.4,Cengkareng, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11710, Indonesia

Deliaariana56@gmail.com

Abstrak – Box VSAT merupakan box yang berisi perangkat-perangkat seperti *modem*, *PCU*, dan *router* dengan ukuran yang tidak terlalu besar dan saat akan di gunakan semua perangkat otomatis akan menyala. Pada penelitian ini dirancang *cooling system* dengan arduino uno sebagai mikrokontroler, dengan liquid cooling system yang berkomponen dasar seperti radiator/ *heat exchanger*, *reservoir*, *pump*, selang, *fan*, *water block* dan *water coolant*. Suhu yang dihasilkan berasal dari box VSAT yang berbahan dasar alluminium, box tersebut sebagai media sumber panas yang akan dideteksi menggunakan sensor suhu DHT11. Lalu mengalir melewati lapisan luar *water block* dan diresap oleh cairan pendingin yang bergerak menuju *reservoir*. Dengan bantuan pompa air, cairan pendingin digerakan menuju radiator yang sudah terpasang kipas pendingin dengan tujuan agar panas box VSAT diresap oleh cairan pendingin bisa dibuang . Pada penelitian ini menghasilkan penurunan suhu dengan temperature dari 35°-30°C dengan rentang penurunan 5°C selama 4.21 menit, penurunan suhu dengan temperature dari 37°-30°C dengan rentang penurunan 7°C selama 6.43 menit, penurunan suhu dengan temperature dari 35°-30°C dengan rentang penurunan 9°C selama 10.06 menit.

Kata kunci – Liquid Cooling System, Arduino Uno, DHT11.

Abstract :

Abstract— *The VSAT box is a box that contains devices such as modem, PCU, and router with a size that is not too large and when it is used, all devices will automatically turn on. In this study, a designed cooling system with Arduino Uno as a microcontroller, with a liquid cooling system with basic components such as a radiator / heat exchanger, reservoir, pump, hose, fan, water block and water coolant. The temperature produced comes from a VSAT box made of aluminum, the box is a heat source medium that will be detected using a DHT11 temperature sensor. Then it flows through the outer layer of the water block and is absorbed by the coolant moving to the reservoir. With the help of a water pump, the coolant is moved to a radiator which has a cooling fan installed so that the heat of the VSAT box is absorbed by the coolant and can be removed. In this study, the resulting temperature decrease with a temperature of 35°-30° C with a decrease in the range of 5° C for 4.21 minutes, a decrease in temperature with a temperature of 37°-30° C with a decrease in temperature of 7° C for 6.43 minutes, a decrease in temperature with a temperature of 35°-30° C with a decrease in the range of 9° C for 10.06 minute.*

Keywords – *Liquid Cooling System, Arduino Uno, DHT11.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Box VSAT merupakan box yang berisi perangkat-perangkat seperti *modem*, *CPU*, dan *router* dengan ukuran yang tidak terlalu besar dan saat akan di gunakan semua perangkat otomatis akan menyala. Ini mengakibatkan suhu panas yang tinggi terjadi di dalam box VSAT ini atau yang disebut dengan *overheat* , suhu panas ini akan memberikan dampak buruk kepada masing-masing perangkat seperti kerusakan komponen pada perangkat, mengurangi performance dari perangkat itu sendiri. Oleh sebab itu yang akan di butuhkan sistem pendingin yang akan menurunkan suhu panas yang terjadi di dalam box VSAT dan menstabilkan suhu dengan baik.

Saat ini banyak sistem pendingin yang telah hadir mulai dari *fan*, *heatsink*, dan *Liquid Cooling System*. *Liquid Cooling System* adalah teknologi pendingin terbaru yang terdiri dari radiator, *water block*, pompa, selang dan kipas. Teknologi ini di buat karena pendingin menggunakan *fan* atau *heatsink* di rasa tidak

mampu mendinginkan dan menstabilkan suhu dengan baik.^[1]

Terdapat penelitian yang menggunakan sistem pendingin menggunakan kipas yaitu penelitian yang dilakukan oleh A Najmurokhan yang berjudul “Desain Pengendali Putaran Kipas Untuk Mempercepat Proses Pendinginan Perangkat Elektronik dan Medis.”^[2]. Penelitian ini menggunakan kipas sebagai alat pendinginnya yang mampu menurunkan suhu dari 30 °C hingga 25 °C dengan waktu 13 menit

Dengan menggunakan *Liquid Cooling System* akan lebih efisien dan cepat karena langsung ke sumber panas yang dituju. Dan sistem ini juga memiliki kekurangan yaitu kemungkinan terjadi nya kebocoran cairan dan sering ganti cairan.

Penelitian ini mengenai pembuatan rancangan desain sistem pendingin cair agar lebih praktis. Komponen sistem pendingin di buat lebih kecil dan di rancang agar *all in one*. Oleh karena itu, pada penelitian rancangan ini akan di gunakan sistem

pendingin dengan cairan di pilih karena memiliki karakteristik yaitu memproses dengan cepat, maka dari itu tidak memerlukan waktu yang lama untuk melakukan proses pengontrolan suhu.

B. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan data hasil pengaruh penggunaan sistem pendingin box VSAT, dengan target penurunan kurang lebih 30° C.
2. Mendapatkan metode yang efektif untuk penurunan suhu.
3. Mendapatkan hasil waktu yang dibutuhkan untuk penurunan suhu.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengatur sistem pendingin disaat suhu mencapai 35°C ?
- 2.
3. Bagaimana hasil metode yang digunakan sudah efektif ?
4. Bagaimana lama waktu yang dibutuhkan untuk penurunan suhu ?

D. Batasan Masalah

1. Sistem pendingin menggunakan Liquid Cooling System.
2. Sumber panas yang akan dikontrol ialah perangkat yang berada didalam box VSAT.
3. Perancangan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler.
4. Sensor suhu yang digunakan ialah DHT 11.

II. DASAR TEORI

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Dimana didalam IC terdapat komponen- komponen penting yang ada pada *computer* pada umumnya seperti *Computer Processing Unit* (CPU), RAM, ROM, Port I/O. Sinyal input mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan.^[3]

Secara sederhana mikrokontroler dapat diartikan sebagai suatu sistem *computer* yang di kemas dalam IC, dimana sebelum digunakan harus diisi suatu program atau perintah terlebih dahulu.

B. Pengertian Arduino

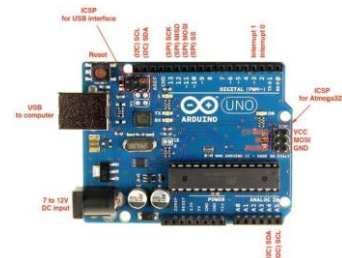
Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri.^[4]

Bahasa pemrograman yang digunakan Arduino menggunakan bahasa C. Akan tetapi, bahasa pemrograman Arduino memiliki fungsi-fungsi khusus yang hanya ada di Arduino seperti `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan lain-lain.

Arduino merupakan perangkat keras terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat peralatan elektronik interaktif berdasarkan hardware dan software yang fleksibel dan mudah digunakan.^[5]

C. Arduino Uno ATmega

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 port Digital yang terdiri dari 1 port RX, 1 port TX, 6 port PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB. Pada bagian power terdapat Port Reset, 3.3V, 5V, 2 buah port Ground, dan Vin. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.^[6]



Gambar 1.1 Arduino Uno ATmega^[6]

D. Adaptor

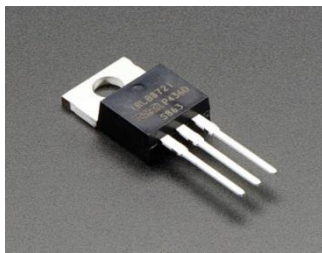
Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor/ power supply merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo step down dan adaptor switching.^[7]



Gambar 1.2 Adaptor

E. Mosfet

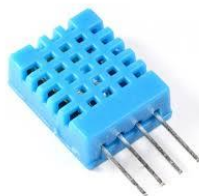
MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) adalah suatu transistor dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). Bahan silicon digunakan sebagai landasan (substrat) dari penguras (drain), sumber (source), dan gerbang (gate). Selanjutnya transistor dibuat sedemikian rupa agar antara substrat dan gerbangnya dibatasi oleh oksida silikon yang sangat tipis. Oksida ini diendapkan di atas sisi kiri dari kanal, sehingga transistor MOSFET akan mempunyai kelebihan dibanding dengan transistor BJT (Bipolar Junction Transistor), yaitu menghasilkan disipasi daya yang rendah.^[8]



Gambar 1.3 MOSFET^[9]

F. Sensor Suhu DHT 11

Sensor DHT11 adalah Modul sensor yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Sensor DHT11 akan digunakan bersamaan dengan arduino uno. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program memori, sehingga ketika internal sensor mendeteksi suhu dan kelembaban maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.^[10]



Gambar 1.4 Sensor Suhu DHT 11^[10]

Sensor DHT11 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat.

Spesifikasi :

- Pasokan Voltage : 5 V
- Rentang Temperature : 0-50 °C kesalahan kurang lebih 2 °C
- Kelembaban : 20-90% RH kurang lebih 5% RH error
- Interface : digital

G. VSAT (Very Small Aperture Terminal)

VSAT adalah antena parabola kecil yang menggunakan satelit untuk jalur komunikasi. Ekstensi VSAT sendiri mengacu pada ukuran antena, yang biasanya kecil tetapi masih kuat untuk digunakan sebagai terminal telekomunikasi satelit. Antena VSAT dengan diameter besar umumnya antara 0,6 dan 2,4 meter. Namun ada juga antena VSAT besar dengan panjang 3-6 meter. Dengan menggunakan satelit di luar angkasa, sistem telekomunikasi VSAT dapat menempuh jarak jauh. VSAT digunakan untuk berlangganan Internet satelit, data, TV, LAN, suara, faks dan VoIP.^[11]

VSAT adalah sistem komunikasi Wide Area Network atau WAN. Singkatnya, WAN adalah jaringan yang memiliki jangkauan yang sangat luas dan dapat mencakup negara atau benua. Fungsi VSAT alat yang berguna untuk menerima dan mengirimkan sinyal ke dan dari satelit. Sementara satelit bertindak sebagai pengikut sinyal ketika menerima sinyal dari VSAT. Kemudian sinyal yang ditransmisikan oleh satelit mencapai hub atau kantor pusat.

H. Liquid Cooling System

Liquid Cooling System alias pendinginan cair pada dasarnya adalah radiator untuk prosesor di dalam komputer. Sama seperti radiator untuk mobil, sistem pendingin cair akan menyalurkan cairan pendingin melalui heat sink yang terpasang pada prosesor. Saat cairan melewati heat sink, panas dipindahkan dari prosesor ke cairan pendingin. Cairan panas kemudian bergerak ke radiator dan memindahkan panas ke udara sekitar di luar casing. Cairan yang didinginkan kemudian berjalan kembali melalui sistem ke komponen untuk melanjutkan proses yang berulang tersebut.^[12]

Manfaat dari pendinginan cair adalah pengurangan kebisingan di dalam komputer. Sebagian besar heat sink dan kombinasi kipas saat ini cenderung menghasilkan lebih banyak suara karena kipas yang hadir perlu mengedarkan volume udara yang besar ke prosesor serta melalui sistem. Banyak CPU yang memiliki kinerja tinggi memerlukan kecepatan kipas lebih dari 5000 rpm yang bisa menghasilkan suara yang sangat bising. Berbeda halnya dari apa yang dilakukan oleh *Liquid Cooling System*, dimana pendinginan cairan umumnya tidak memerlukan kecepatan tinggi yang dibutuhkan seperti *fan* besar.

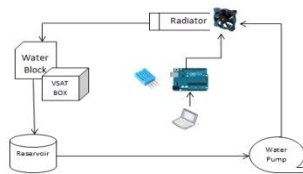


Gambar 1.5 Liquid Cooling System^[12]

III. PERANCANGAN DAN SIMULASI

A. Rancangan Pada Sistem Pendingin Cair

Perancangan sistem pendingin cair ini menggunakan *liquid cooling system*, dengan berkomponen dasar seperti radiator/ *heat exchanger*, *reservoir*, *pump*, selang, *fan*, *water block* dan *water coolant*. Panas yang di hasilkan dari beberapa perangkat yang berada didalam box vsat, seperti *CPU*, *router*, dan *modem* akan mengalir melewati lapisan luar dari *water block* dan setelah di resap oleh cairan pendingin yang bergerak menuju *reservoir*. Dengan bantuan pompa air, cairan pendingin yang berasal dari *reservoir* digerakkan menuju radiator yang sudah terpasang kipas pendingin dengan tujuan agar panas box vsat diserap oleh cairan pendingin bisa dibuang, sehingga suhu cairan pendingin kembali normal.



Gambar 1.6 Rancangan Sistem Pendingin Cair Pada Sistem

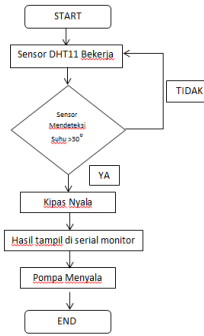
Berikut merupakan diagram alir dari perancangan ini



Gambar 1.7 Diagram Alir

B. Flowchart Penelitian

Berikut merupakan tahapan-tahapan yang dilakukann ketika melakukan pengujian pengontrolan suhu box VSAT.



Gambar 1.8 Flowchart Penelitian

Berdasarkan gambar 1.8 dapat dilihat bahwa cara kerja alat untuk pengujian ini dimulai dengan dipanaskan box hingga 35°C. Lalu sensor suhu akan mendeteksi suhu yang berada didalam box vsat. Apabila suhu sudah mencapai target maka kipas akan menyala, hasil suhu dan kondisi kipas (nyala atau mati) akan tampilkan pada serial monitor. Saat kondisi apapun pompa akan menyala terus.

C. Komponen Sistem Pendingin Cair

1. Water Block

Komponen watercooling ini mirip dengan heatsink, namun menggunakan komponen air sebagai proses pendinginannya. Water block bisa digunakan pada berbagai komponen seperti CPU, GPU, motherboard, RAM bahkan juga bisa digunakan juga untuk SSD. Komponen ini digunakan untuk mentransfer panas dari sumber ke dalam cairan yang mengalir melalui blok air. Ini menjadi bagian penting dari lingkaran LCS yang akan memungkinkan kita untuk bisa mencapai suhu terdingin, bahkan juga untuk menghadirkan pilihan *overclock* tertinggi.^[12]

2. Reservoir

Reservoir atau tangki berfungsi untuk menahan air ekstra dalam satu lingkaran agar gelembung udara perlahan diganti dengan air saat beredar. Ini juga berfungsi sebagai titik pengisian cairan pendingin. Reservoir bisa berupa unit yang berdiri sendiri atau sebagai combo dengan pompa.^[12]

3. Pompa Air

Komponen ini layaknya jantung yang hadir dalam setiap pendingin cair. Pompa memberikan sirkulasi pendingin dalam lingkaran dengan mendorong cairan melalui komponen lainnya.^[12]

4. Radiator dan Fan

Fungsi utama radiator adalah mendinginkan cairan yang mengalir di dalam loop. Saat cairan mengalir melalui pipa tembaga, sirip radiator menyerap panas dari air, kemudian siripnya didinginkan oleh kipas yang menempel pada radiator. Kipas ini juga merupakan bagian yang sangat penting karena mereka harus memberikan tekanan statis tinggi dan tetap diam pada saat bersamaan.^[12]

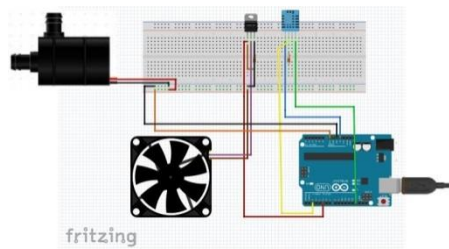
4. Selang

Selang ini berfungsi untuk mengalirkan cairan pendingin atau water coolant agar suhu box vsat tetap terjaga dengan baik dan menghindari terjadinya *overheat*.^[12]

5. Cairan Pendingin

Cairan pendingin yang digunakan untuk sebuah sistem pendingin cair tidak bisa dipilih secara sembarangan, karena dapat mempengaruhi performa sistem pendingin cair itu sendiri. Cairan pendingin yang digunakan pada sistem ini ialah produk Liquid PC Ice Coolant Water Cooling. Cairan ini selain untuk cairan pendingin, cairan penghantar panas, pelarut, cairan ini juga dapat mencegah keseluruhan sistem pendingin.^[12]

D. Skema Rangkaian Arduino



Gambar 1.9 Skema Rangkaian Arduino

- Pompa + : + Bread Board
- Pompa - : - Bread Board
- DHT 11 VDD : 5V Arduino
- DHT 11 Data : Arduino Pin 2
- DHT 11 GND : Arduino GND
- FAN 12V : + Bread Board
- FAN 12V : Mosfet Drain
- MOSFET Gate : 10 K Resistor // Arduino Pin 5
- MOSFET Drain : Ground Fan 12V
- MOSFET Source : GND Bread Board
- Resistor 10K : Ground Mosfet

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Implementasi Hardware

Dalam pengimplementasikan *hardware* menggunakan mikrokontroler yaitu arduino uno, dimana arduino uno berfungsi sebagai penghubung sensor suhu, kipas, dan pompa. Dimana kipas dan pompa adalah salah dua dari komponen *cooling system*, selain dua komponen *cooling system* tersebut ada pula reservoir, radiator, dan cairan *cooling*.



Gambar 1.10 Implementasi Hardware

B. Implementasi Software

Perangkat lunak Arduino (IDE) memudahkan untuk menulis kode dan mengunggahnya ke board arduino. Aplikasi ini berjalan pada Windows, Mac IOS X, dan Linux. Perangkat lunak ini dapat digunakan dengan papan arduino apa pun. Dalam pengerjaan proyek akhir ini penulis menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk membantu penulisan program untuk perangkat yang digunakan terutama Arduino Uno.

C. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan memberikan panas yang dihasilkan oleh hairdryer terhadap box vsat yang berkomponen dasar dari alluminium. Setelah itu sensor suhu DHT11 akan mendeteksi panas yang

Literature		Penulis	
Penurunan Suhu	Waktu	Penurunan Suhu	Waktu
30°-25°C	13 menit	35°-30°C	04.21 menit
35°-25°C	17 menit	37°-30°C	06.43 menit
40°-25°C	20 menit	39°-30°C	10.06 menit

berada didalam box vsat dengan keadaan box tertutup dan box akan terus dipanaskan dengan hairdryer dengan jarak kurang lebih 10 cm dari box. Box akan dipanaskan dan dilakukan 3 kali percobaan dengan temperature suhu 35°, 37°, dan 39° C yang akan diturunkan menjadi 30° C karena untuk menyamakan temperature yang berada didalam suhu ruangan pengujian.

D. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan temperature suhu didalam box adalah 35°, 37° dan 39°C, pada pengujian ini diharapkan mendapatkan hasil target penurunan suhu hingga 30° C dengan waktu yang singkat. Untuk menghitung waktu lamanya penurunan suhu menggunakan stopwatch.

Tabel 1.1 Hasil Waktu Penurunan Suhu

F. Analisa

Analisa penurunan suhu berdasarkan tabel 1.1 dapat dilihat bahwa :

- a. Penurunan suhu percobaan pertama dengan perbandingan yang sama yaitu suhu 5° C dengan liquid cooling system lebih efektif dibandingkan dengan pendingin menggunakan kipas karena jika pendingin yang hanya menggunakan kipas saja itu tidak akan membuang panas yang ada didalam box.
- b. Penurunan suhu percobaan kedua dengan perbandingan 7°C dan 10° C. Sistem yang penulis lakukan juga sama dengan percobaan pertama yaitu efektif. Jika penggunaan pendingin menggunakan Liquid Colling System, panas yang dihasilkan dari beberapa perangkat akan diserap oleh cairan pendingin dan panas akan dibuang dengan bantuan kipas.
- c. Penurunan suhu percobaan ketiga dengan perbandingan 9°C dan 15°C. Sistem yang penulis lakukan hampir efektif. Akurasi yang dimiliki oleh sensor suhu DHT11 menjadikan sensor berbeda 2°C dengan suhu aslinya. Semakin besar panas yang dihasilkan dari box tersebut makan akan sulit dideteksi saat mendekati suhu ruangan asli.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Hidayat, "Pengontrolan Suhu Personal Komputer Menggunakan Liquid Cooling System Berbasis Control PID," *skripsi*, 2015, [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/>.
- [2] A. Najmurokhman and S. Falah, "Desain pengendali putaran kipas untuk mempercepat proses pendinginan perangkat elektronis dan medis," no. November, pp. 1–2, 2017, [Online]. Available: jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- [3] S. Elektronika, "Mikrokontroler – Pengertian, Jenis, Fungsi, Bedanya Dengan Mikroprosesor," 2019. <http://www.webstudi.site/2019/02/Mikrokontroler.html> (accessed Jun. 19, 2020).
- [4] M. Novaria, "RANCANG BANGUN ALAT ANTI KEBISINGAN SUARA GUNA MENDUKUNG ETIKA BERKUNJUNG KE RUMAH SAKIT BERBASIS ARDUINO UNO," *skripsi*, 2017, [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/>.
- [5] M. Royhan, "Perancangan Peringatan dan Monitoring di Boiler Generator PLTU Terintegrasi Dengan Whatsapp , Berbasis Arduino dan Raspberry," *J. Tek. Inform. Unis*, vol. 8, no. 1, pp. 79–89, 2020.
- [6] M. A. Basith, "PENERAPAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 PADA SISTEM PENGUKUR VOLUME PADA MOBIL TANGKI AIR BERSIH," *skripsi*, 2017, [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/>.
- [7] P. Damayanti, "Rancang Bangun Web Server Sebagai Data Storage And Display Dari Raspberry PI," *skripsi*, 2017.
- [8] Eka Maulana, "Teori Dasar MOSFET," *Http://Maulana.Lecture.Ub.Ac.Id/*, pp. 1–34, 2014, [Online]. Available: <http://maulana.lecture.ub.ac.id>.
- [9] Sinaupedia, "Pengertian MOSFET," 2020. <https://sinaupedia.com/pengertian-mosfet/>.
- [10] P. Giashinta, "ALAT PENGATUR SUHU KELEMBABAN DAN MONITORING MASA PANEN PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS ARDUINO UNO," *skripsi*, vol. 10, no. 2, pp. 1–15, 2018, [Online]. Available: <http://eprints.uny.ac.id/>.
- [11] Adalah.Co.id, "VSAT Adalah : Cara Kerja, Manfaat dan Jenis-jenis VSAT," 2019. <https://adalah.co.id/vsat/> (accessed Jun. 06, 2020).
- [12] I. S. Hidayat, "Bagaimanasih Cara Kerja Liquid Cooling System Itu?," 2017. <https://www.murdockcruz.com/> (accessed Jun. 26, 2020).