

Original paper

MODEL PERANCANGAN *DRYER* OTOMATIS UNTUK PROSES PENGERINGAN BATIK PRINTING MENGGUNAKAN PEMANAS HALOGEN

*Adam Asahi¹, Priyono^{1,2}*¹Program Studi Teknik Rekayasa Otomasi, Universitas Diponegoro²Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas DiponegoroEmail: priyono@lecturer.undip.ac.id

Received: 10 Juni 2025; revised: 09 Juli 2025; accepted: 19 Juli 2025

ABSTRAK

Industri batik Indonesia berkembang pesat dengan beragam motif dan teknik, termasuk batik printing. Namun, proses pengeringan masih menjadi kendala. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas pengeringan listrik berdasarkan efisiensi waktu, perubahan warna, dan kekuatan serat kain, serta potensinya meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi batik skala besar. Hasil perancangan alat pengering batik berbasis pemanas halogen dengan kendali mikrokontroler Arduino ATmega menunjukkan kinerja stabil dan otomatis. Pengujian menggunakan pemanas berdaya 300 watt dan motor DC berkecepatan 8 rpm menghasilkan variasi performa pada setiap set point suhu. Pada suhu 50 °C, waktu pengeringan tercapai dalam 120 detik. Peningkatan suhu ke 60 °C membutuhkan waktu pengeringan lebih lama. Kondisi paling optimal diperoleh pada suhu 70 °C dengan PWM 30, menghasilkan waktu pengeringan 190 detik dan kelembapan akhir terendah sebesar 8,1%. Nilai ini lebih efisien dibandingkan PWM 40 dan 50, yang justru meningkatkan waktu pengeringan serta kelembapan kain.

Keywords: Batik printing, Pengering batik, Pemanas halogen, Mikrokontroler Arduino

PENDAHULUAN

Industri batik Indonesia memiliki sejarah panjang sejak ribuan tahun lalu, terbukti dari temuan artefak kuno. Awalnya berkembang di lingkungan kraton sebagai budaya bangsawan, batik kemudian meluas menjadi milik rakyat. Sejak akhir abad ke-18, batik diproduksi massal sebagai komoditas industri rakyat dan kini dikenal luas oleh berbagai lapisan masyarakat dunia [1]. Dalam perkembangannya batik terus beradaptasi, menjadi warisan budaya bernilai tinggi yang dikenal, diapresiasi, dan digunakan oleh berbagai lapisan masyarakat dunia serta memperkuat diplomasi budaya nasional Indonesia di panggung global berkelanjutan melalui

inovasi kreatif.

Permintaan batik terus meningkat seiring perkembangan industri dan dukungan pemerintah. Industri batik menyerap ratusan ribu tenaga kerja, tersebar di puluhan ribu unit usaha, serta menghasilkan nilai ekspor yang signifikan. Perkembangan teknologi mendorong produksi batik tidak hanya secara tulis, tetapi juga melalui metode sablon dan printing. Namun, proses pengeringan masih menjadi kendala karena ketergantungan pada cuaca atau penggunaan LPG yang berisiko. Oleh karena itu, dirancang alat pengering batik printing otomatis berbasis mikrokontroler Arduino dengan pemanas elektrik dan sistem monitoring suhu. Alat

ini diharapkan meningkatkan keamanan, efisiensi, dan produktivitas UMKM batik [2]. Perkembangan industri batik memerlukan dukungan teknologi agar proses produksi lebih efisien, mudah, konsisten, dan mampu menjangkau skala pasar lebih luas. Salah satu teknologi ialah pemanasan listrik menggantikan sistem konvensional, dengan kendali suhu dan kelembaban, sehingga proses produksi batik lebih stabil dan menghasilkan kualitas lebih baik.

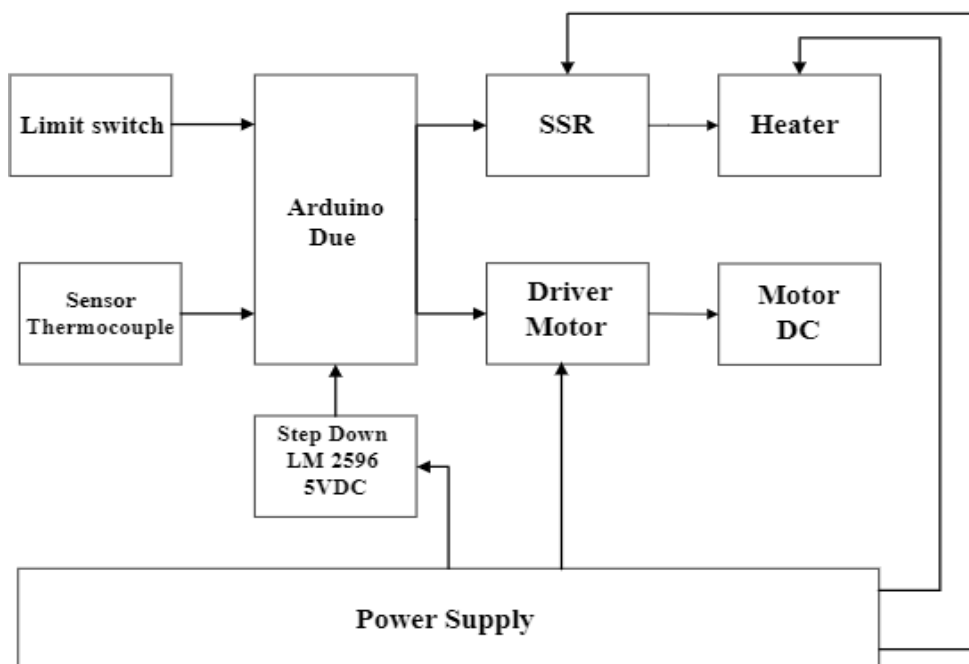
METODE

Diagram blok pada Gambar 1 menunjukkan komponen utama yang digunakan dalam perancangan alat. Arduino Due berfungsi sebagai pusat kendali sistem dengan membaca input sensor dan mengatur aktuator. Limit switch digunakan untuk mendeteksi batas posisi mekanik. Sensor thermocouple berperan mengukur suhu berdasarkan perbedaan tegangan dua logam. Relay berfungsi sebagai saklar elektrik untuk mengendalikan beban berarus besar. Heater berbasis lampu

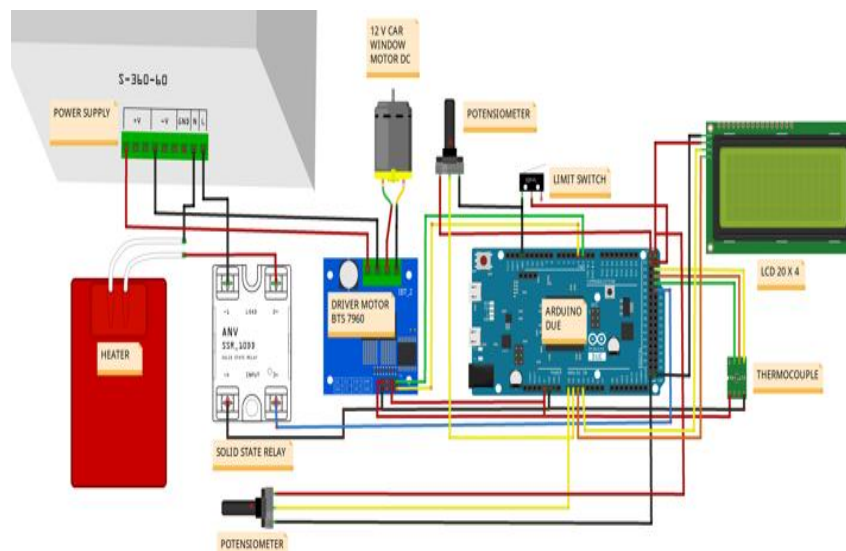
halogen menghasilkan panas melalui radiasi inframerah. Driver motor mengatur arah dan daya motor DC, sedangkan motor DC mengubah energi listrik menjadi gerak mekanik. Power supply 12 A menyediakan catu daya stabil bagi seluruh sistem [3].

Perancangan sistem mekanikal meliputi desain, pemilihan material, serta perakitan rangka alat pengering batik berbasis CAD guna menentukan struktur, posisi pemanas, sistem penggerak, dan komponen pendukung sesuai kebutuhan produksi.

Tahap perancangan sistem elektrikal membahas diagram skema komponen serta alat dan bahan pendukung. Diagram skema pada Gambar 2 memudahkan pembacaan rangkaian elektronik secara menyeluruh. Sistem wiring menggunakan sumber 220 V AC yang diturunkan menjadi 12 V DC untuk motor melalui driver, serta SSR untuk heater. Mikrokontroler Arduino berfungsi mengendalikan motor, membaca limit switch, dan mengatur suhu berdasarkan sinyal termokopel.



Gambar 1. Diagram blok sistem dryer otomatis pada pengeringan batik printing.



Gambar 2. Skema elektrik alat.

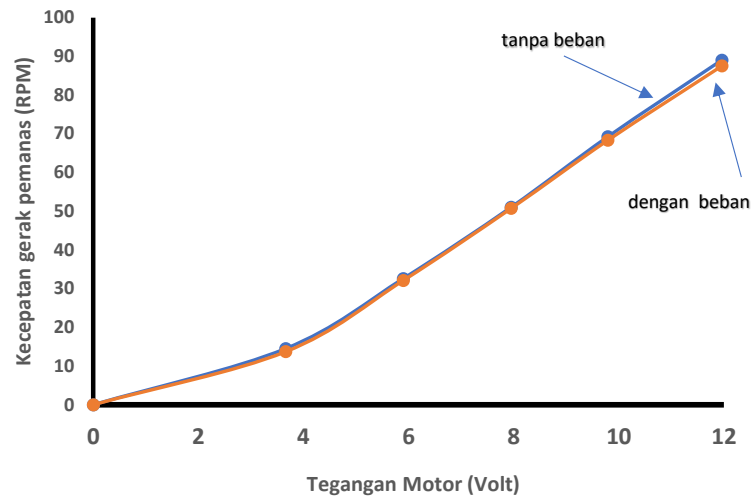
Daya termoelektrik suatu bahan bergantung pada koefisien Seebeck dan konduktivitas listriknya. Nanopartikel yang dimodifikasi dengan pendopingan diketahui dapat meningkatkan faktor daya termoelektrik [4]. Peningkatan ini bisa berasal dari peningkatan koefisien Seebeck atau peningkatan konduktivitas listrik. Penambahan nanopartikel dengan mengontrol ukuran dalam bahan termoelektrik dapat membantu mengurangi konduktivitas termal kisi dan meningkatkan koefisien Seebeck karena pemfilteran energi electron [5,6]. Secara umum, peningkatan konduktivitas listrik disertai dengan penurunan koefisien Seebeck dan sebaliknya.

Faktor utama penyebab kapasitas panas pada suhu sekitar ditentukan oleh derajat kebebasan getaran, yaitu, kekhasan spektrum fonon (energi getaran yang muncul dari atom yang berosilasi di dalam kristal) bertanggung jawab atas perilaku anomali kapasitas panas nanopartikel [7]. Nanopartikel biasanya menunjukkan penurunan suhu leleh yang signifikan dibandingkan dengan material bulknya [8]. Alasan utama untuk fenomena ini adalah bahwa energi antarmuka cair/uap umumnya lebih rendah dari rata-rata energi antarmuka padat/uap [9]. Ketika ukuran partikel menurun, rasio permukaan terhadap volume

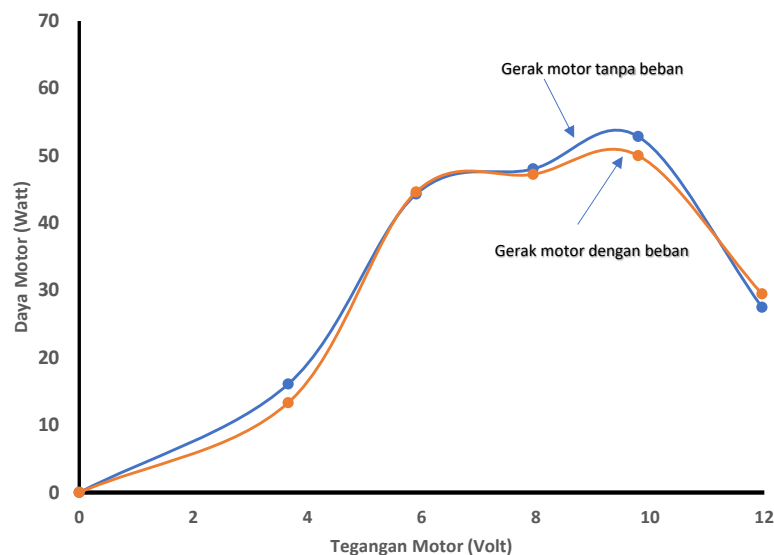
meningkat, dan suhu leleh menurun sebagai akibat dari peningkatan energi bebas pada permukaan partikel [10]. Selain itu, komposisi nanopartikel dalam paduan juga berperan peran penting terhadap stabilitas termal. Umumnya, nanopartikel paduan bimetalik menunjukkan stabilitas termal dan suhu leleh yang lebih tinggi daripada nanopartikel monometalik karena efek paduan [11,12].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan gerak motor pemanas dipengaruhi oleh besar tegangan yang dikendalikan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa peningkatan tegangan PWM menghasilkan kenaikan kecepatan motor secara proporsional, sehingga sistem mampu memberikan kendali gerak yang presisi, stabil, dan responsif sesuai kebutuhan proses pemanasan. Gambar 3 memperlihatkan bahwa kecepatan gerak sebelum pembebanan dan setelah pembebanan terhadap berat pemanas memiliki nilai perbedaan yang tidak cukup signifikan, ini menandakan bahwa daya motor yang digunakan dalam perancangan cukup baik dengan penurunan daya yang relatif rendah saat diberi beban.



Gambar 3. Grafik hubungan pergerakan motor untuk pemanasan kain batik terhadap tegangan input.



Gambar 4. Grafik hubungan daya motor untuk pemanasan terhadap tegangan input.

Pada Gambar 4, hasil pengukuran daya motor listrik pada berbagai kecepatan saat motor sebelum dan setelah terbebani dengan berat pemanas. Dari Gambar 4 tersebut, terlihat bahwa daya efektif dari motor penggerak saat memiliki tegangan input 6 Volt sampai dengan 10 volt dengan nilai optimum pada kisaran 9,5 volt. Hasil pengujian ini menandakan bahwa rotasi motor akan menurun dengan cukup signifikan saat motor listrik pada tegangan di atas 10 volt sehingga daerah kerja motor

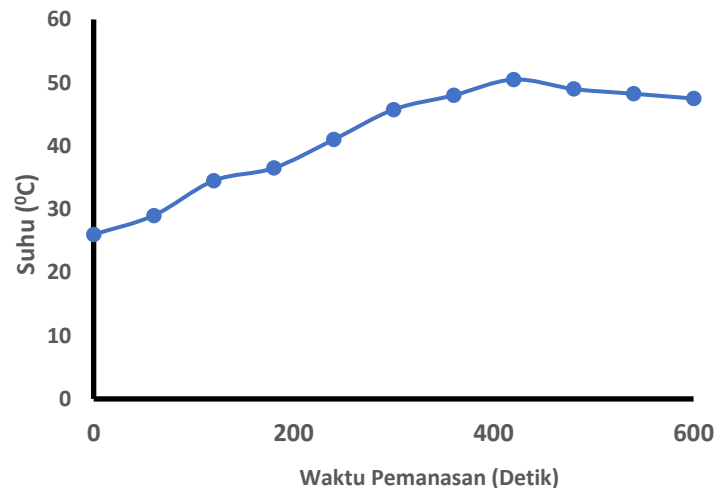
listrik harus digunakan pada kisaran optimalnya.

Gambar 5 menunjukkan grafik optimasi pemanasan halogen untuk memperoleh temperatur setpoint pada proses pemanasan kain batik setelah perlakuan printing. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa dalam proses printing, pencapaian temperatur setpoint dapat diraih dalam waktu sekitar 400 detik. Waktu yang relatif singkat ini memungkinkan pengendalian dan

pergerakan pemanas dilakukan secara efisien, stabil, serta mendukung keseragaman kualitas hasil produksi kain batik.

Tabel 1 merupakan pengukuran suhu lembaran batik dari tiga posisi di kanan kiri dan tengah dari meja pemanas saat sebelum proses printing, saat proses printing dan pemanasan hasil printing pada

suhu 50 C Terlihat bahwa pada saat printing suhunya relatif tinggi terhadap suhu kamar, optimasi suhu printing merupakan kajian yang dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil optimum. Proses pergerakan pemanas dan suhu dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Grafik set point untuk penentuan suhu optimum untuk pemanasan kain.

Tabel 1. Suhu seting point pada kain batik sebelum dan sesudah proses printing dan setelah melakukan pemanasan kain selama 400 detik untuk mendapatkan suhu set point.

Posisi sensor suhu	Suhu saat sablon ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu setelah keluar dari ruang printing sablon ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu hasil pemanasan ($^{\circ}\text{C}$)
Kiri	37	37	50
Tengah	37	37	49
Kanan	37	37	49



Gambar 6. Gambar Implementasi perancangan proses pemanas otomatis pada batik printing.

Tabel 2. Hasil pengujian dengan suhu set 50 °C.

Kecepatan motor (PWM)	Berat sebelum (g)	Berat setelah (g)	Kelembapan kain sebelum (%MC)	Kelembapan kain sesudah (%MC)	Waktu (s)
30	26	15	38,8	8,3 (3 siklus)	190
40	26	15	39,1	9,6 (4 siklus)	220
50	26	16	38,9	12,7 (5 siklus)	240

Tabel 3. Hasil pengujian dengan suhu set 60 °C.

Kecepatan motor (PWM)	Berat sebelum (g)	Berat setelah (g)	Kelembapan kain sebelum (%MC)	Kelembapan kain sesudah (%MC)	Waktu (s)
30	26	15	39,1	8,3 (3siklus)	190
40	26	15	39,0	8,7 (4siklus)	220
50	26	15	38,9	9,2 (5siklus)	240

Pengujian dilakukan pada set point 50 °C menggunakan termokopel dengan kendali on-off melalui SSR, sambil memantau suhu lingkungan, waktu, dan kecepatan motor. Analisis menunjukkan kecepatan motor berbasis PWM memengaruhi distribusi panas, waktu pengeringan, serta kelembapan akhir kain. Nilai PWM tinggi cenderung memperpanjang pengeringan akibat berkurangnya kontak panas efektif. Seluruh sampel awalnya 26 gram; PWM 50 menghasilkan berat dan kelembapan akhir tertinggi. PWM 30 paling optimal dengan kelembapan 8,3% dalam 190 detik.

Sedangkan pada engujian dilakukan pada set point 60 °C menggunakan termokopel dengan kendali on-off via SSR, sambil memantau suhu lingkungan, waktu pengeringan, dan kecepatan motor untuk memastikan kinerja sistem sesuai pengaturan yang ditetapkan. Kajian kedua menegaskan bahwa suhu memiliki pengaruh lebih dominan dibandingkan PWM. Peningkatan suhu dari 50 °C ke 70 °C secara konsisten menurunkan kelembapan akhir kain. Kombinasi suhu tinggi dengan PWM rendah memberikan keseimbangan terbaik antara efisiensi waktu dan hasil pengeringan.

Pengujian dilakukan pada suhu 50 °C dan 60 °C yang ditampilkan dalam tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan perbandingan variasi kecepatan motor 30 dan 40 PWM. Pada suhu 50 °C, PWM 30 menghasilkan kelembapan akhir terendah dan waktu pengeringan tercepat, sedangkan peningkatan PWM justru meningkatkan kelembapan dan durasi pengeringan. Pada suhu 60 °C, proses pengeringan lebih efisien dengan kelembapan akhir lebih rendah dibandingkan 50 °C. Secara umum, peningkatan suhu meningkatkan efektivitas pengeringan, sementara PWM rendah lebih optimal [13]. Hasil komparasi data pada pengujian set point 50 °C dan 60 °C menunjukkan bahwa peningkatan PWM motor justru memperpanjang waktu dan jumlah siklus pengeringan serta meningkatkan kelembapan akhir kain. Kecepatan motor yang terlalu tinggi mengurangi efektivitas kontak udara panas dengan serat, sehingga proses pengupapan air menjadi kurang optimal.

KESIMPULAN

Hasil perancangan alat pengering batik berbasis pemanas halogen yang dikendalikan mikrokontroler Arduino ATmega menunjukkan kinerja baik, stabil,

responsif terhadap set point suhu, serta mampu beroperasi otomatis sesuai rancangan sistem keseluruhan. Pengujian menggunakan motor DC tipe tertentu berdaya pemanas 300 watt menunjukkan efisiensi bergantung set point, dimana suhu 50 °C dicapai 120 detik 8 rpm, sedangkan 60 °C memerlukan waktu lebih lama operasional. Berdasarkan perbandingan suhu, pengeringan paling optimal terjadi pada 70 °C dengan PWM 30, menghasilkan kelembapan akhir terendah 8,1 persen, waktu 190 detik, serta lebih efisien dibandingkan variasi lainnya pada proses pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astuti SA & Hastuti R. Identifikasi persentase printing, batik tulis dan batik cap di blok VIP International Batik Center (IBC) Pekalongan. *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*. 2017;12. <https://doi.org/10.54911/litbang.v12i0.16>
- [2] Aka YN, Eskak E, Salma IR, Ekarini N, Kusumadhata KP, Lestari RY, Simamora FP. Batik Sekar Buen: Batik Khas Kabupaten Penajam Paser Utara Kalimantan Timur, Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik*. 2023;4(1):B06 1-10.
- [3] Prasetyo SA. Karakteristik Motif Batik Kendal Interpretasi dari Wilayah dan Letak Geografis. *Jurnal Imajinasi*. 2016;10(1):51-59.
- [4] Laili S. *Rancang Bangun Sistem Kendali Pengering Kain Batik Otomatis Berbasis PLC Schneider TM221CE16R*. Skripsi. Universitas Diponegoro. 2019.
- [5] Hidayat MF. *Perancangan Alat Pengering Batik Untuk Membantu Proses Penjemuran Menggunakan Metode Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2221 (Studi kasus di Sentra Batik Plalangan)*. Skripsi. Universitas Pembangunan Veteran Yogyakarta. 2017.
- [6] Suhardi B, Laksono PW, Fadhilah NN. Analisis penerapan produksi bersih pada batik printing. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 2017;27(2):182-191.
- [7] Sutarsi S, Djawad YA, Jaya H, Ridwansyah S, Risal A. *Mikrokontroler dan Interface*. Buku Ajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika Universitas Negeri Makasar. 2017.
- [8] Sasmoko D. *Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik. 2018.
- [9] Arifin J, Zulita LN, Hermawansyah. Perancangan Murotal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*. 2016;12(1):89-98.
- [10] Budiarso Z & Prihandomo A. Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*. 2015;20(2):171-177.
- [11] Hidayat AR & Basyirun. Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kumpor Pengecoran Logam Terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal Pada Pembakaran. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*. 2020;5(2):104-108.
- [12] Oktariawan I, Martinus, Sugiyanto. Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Teknik Mesin FEMA*. 2013;1(2):18-24.
- [13] Muhammad F & Elfizon. Sistem Kendali Sliding Roof untuk Smart home Berbasis Internet Of Think. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 2020;1(2):135-138.