

Dust Cleaning System on Panel PET Preform Injection Machine BM500

Sistem Pembersih Debu Pada Panel Mesin Injection Preform PET BM500

Muhammad Syaiful Azis, Indah Sulistiyowati, Akhmad Ahfas, Izza Anshory

{muhammad.s.azis@gmail.com, indah_sulistiyowati@umsida.ac.id, ahfas@umsida.ac.id, izzaanshory@umsida.ac.id}

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Abstract. *Dust Cleaning System on Panel Injection Machine BM500 PET preforms. The clean machine panel is essential so that performance and safety are maintained. Dust that sticks to electrical components such as contactors, servo drives, solid-state relays, PLCs, and several other components causes overheating. Dust attached to the conductors of electrical components will burn and become carbon which bridges the emergence of sparks. To reduce the risk of damage to electrical equipment on the injection machine, an automatic dust cleaning system is designed. This system uses a GP2Y1010AU0F dust sensor, a DHT 22 sensor to detect temperature and humidity, Arduino Uno microcontroller, 16x2 LCD, L298N driver, DC motor, fan, solenoid valve and utilizes high-pressure air to spray dust inside the panel which is then sucked in with a fan and collected in a dust bag. From the results of the trial installation of this system with 10 times of data collection for 4 hours 30 minutes with an interval of 30 minutes, it can be seen that the dust cleaning process runs 2 times. After the cleaning process is running the data shows that the dust density can drop to 0.16 mg/m³. Likewise, the temperature inside the engine panel, after the air circulation process runs well in the first or second conditions, the temperature inside the panel can drop below 40°C. From the test results, it can be seen that the system can work well.*

Keywords – Compressed Air; Dust; Humidity; Temperature

Abstrak. *Kebersihan panel mesin sangat penting agar kinerja dan keamanan mesin tetap terjaga. Debu yang menempel pada komponen elektrik seperti kontaktor, servo drive, PLC dan beberapa komponen lainnya mengakibatkan terjadinya overheat. Debu yang menempel pada konduktor komponen elektrik akan terbakar dan menjadi karbon yang menjadi jembatan munculnya percikan bunga api. Untuk mengurangi resiko kerusakan peralatan elektrik pada mesin injection maka dirancang sebuah sistem pembersih debu otomatis. Sistem ini menggunakan sensor debu GP2Y1010AU0F, sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban, mikrokontroler Arduino Uno, LCD 16x2, driver L298N, motor DC, kipas, solenoid valve dan memanfaatkan udara bertekanan tinggi untuk menyemprot debu di dalam panel yang kemudian akan dihisap dengan kipas dan ditampung dalam kantong debu. Dari hasil uji coba pemasangan sistem ini dengan 10 kali pengambilan data selama 4 jam 30 menit dengan selang waktu 30 menit, dapat dilihat proses pembersihan debu berjalan 2 kali. Setelah proses pembersihan berjalan data menunjukkan bahwa densitas debu dapat turun di angka 0,16 mg/m³. Begitu juga suhu di dalam panel mesin, setelah proses sirkulasi udara berjalan baik pada kondisi pertama atau kedua suhu didalam panel dapat turun di bawah 40°C. Dari hasil uji coba dapat dilihat sistem dapat bekerja dengan baik.*

Kata Kunci – Udara Bertekanan; Debu; Kelembaban; Temperatur

I. PENDAHULUAN

Banyaknya debu serta serbuk dari material PET maupun *regrand* mengakibatkan sirkulasi udara dalam panel mesin *injection preform PET* BM500 terganggu. Buruknya sirkulasi udara dalam panel mesin mengakibatkan pendingin komponen seperti *servo drive*, *inverter* maupun PLC tidak bekerja dengan maksimal dan dapat meningkatkan temperatur konduktor sekaligus temperatur di dalam panel mesin.

Monitoring panel distribusi maupun panel mesin sangat diperlukan untuk meminimalisir kerusakan komponen elektronik serta menghindari terjadinya kebakaran akibat *overheating*. Masalah debu perlu penanganan khusus, debu yang menempel pada konduktor yang *overheat* akan terbakar dan menjadi karbon. Karbon akan menjadi jembatan terjadinya bunga api [1-2].

Untuk membersihkan debu memanfaatkan udara bertekanan yang dipastikan kering dan bersih sesuai standar Menurut standar ANSI/ISA-7.0.01-1996, yang digunakan juga pada proses produksi. Penyemprotan menggunakan pipa *nozzle* yang bergerak horizontal menggunakan motor DC. Untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara menggunakan sensor DHT22 serta sensor debu GP2Y1010AU0F. Untuk mikrokontroler menggunakan *Arduino UNO* sebagai pengolah data. Perancangan sistem pembersih debu ini dipasang di PT. Tirta Sukses Perkasa untuk mengurangi kerusakan komponen elektronik yang terdapat pada panel mesin *injection preform PE* BM500 dikarenakan banyaknya debu dari bahan baku plastik maupun aktivitas di sekitar area mesin produksi [3-6].

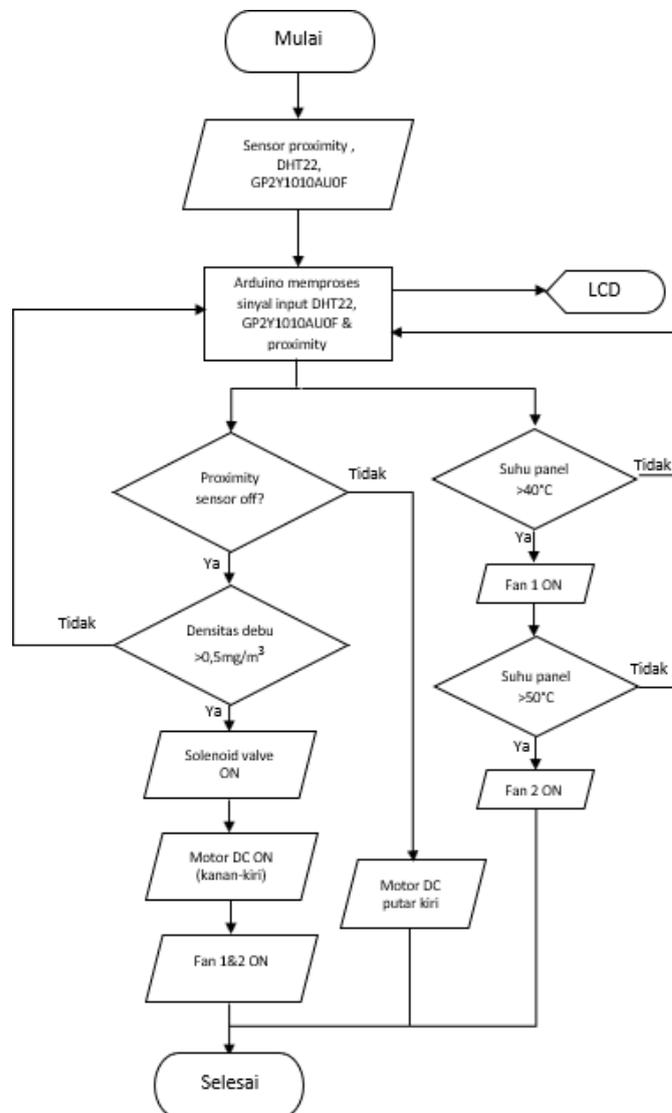
Pada penelitian terdahulu, seperti pada rancang bangun pengaman panel distribusi di Lippo Plaza Sidoarjo oleh

Achmad Solih dan Jamaaluddin dirancang sebuah alat pengaman pada panel distribusi. Dimana pada saat suhu di dalam panel masuk dalam range $>35^{\circ}\text{C}$, $>50^{\circ}\text{C}$, $>70^{\circ}\text{C}$ maka akan mengaktifkan *fan* dan alarm. Dan jika suhu dalam panel $>90^{\circ}\text{C}$ maka akan menonaktifkan ACB (ACB trip).

Pada sistem ini tidak melakukan pembersihan debu secara otomatis. Lalu, pada penelitian *monitoring* temperatur dan pendeteksi debu pada panel MDP berbasis *Arduino* oleh Dezie Sofyan yang memonitor densitas debu serta suhu dalam panel agar memudahkan memonitor waktu untuk membersihkan panel MDP, tanpa adanya proses pembersihan debu secara otomatis. Pada penelitian alat ukur partikulat dan suhu oleh S.Syahririni juga menggunakan sensor debu GP2Y1010AU0F, hasil dari penelitian ini menunjukkan pada saat proses produksi kualitas udara dibawah baku mutu udara dan pada saat proses produksi melebihi baku mutu udara. Semua penelitian masih dalam konteks monitoring suhu dan densitas debu belum pada proses pembersihan debu, sehingga pada penelitian ini dilakukan eksperimen proses pembersihan debu secara otomatis [7-10].

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Perancangan sistem nantinya akan disimulasikan langsung pada panel mesin untuk mengetahui apakah alat dapat bekerja dengan baik dan dapat mengurangi densitas debu di dalam panel mesin. Sistem kerja dari alat pembersih debu dapat dilihat pada gambar *flowchart* sistem di bawah ini.



Gambar 1. Flowchart Sistem

Mulai

Langkah pertama dalam pengoperasian ini adalah menghubungkan dengan sumber tegangan 220V AC. Setelah melewati *power supply* 12V DC dan *converter step down* 5V DC sistem akan bekerja.

Sensor proximity, sensor dht22 dan sensor gp2y1010au0f

Sensor Proximity, DHT22 dan sensor GP2Y1010AU0F akan bekerja setelah mendapat tegangan. Sensor DHT22 akan membaca suhu dan kelembaban udara di dalam panel. Sensor GP2Y1010AU0F akan membaca densitas debu di dalam panel. Kedua sensor akan mengeluarkan sinyal pada Vout dan akan dikirim ke mikrokontroler untuk diproses. Setiap perubahan tegangan pada kedua sensor mewakili adanya perubahan suhu, kelembaban udara serta densitas debu di dalam panel. *Proximity* sebagai indikasi posisi pipa *nozzle*.

Arduino memproses sinyal input sensor

Tegangan Vout dari kedua sensor merupakan *input* data yang akan diproses oleh mikrokontroler sesuai dengan program yang akan dirancang. Hasil dari proses nantinya akan menjadi data *output* yang akan di kirim pada LCD maupun relay.

LCD

Digunakan sebagai *display* untuk menampilkan kondisi suhu, kelembaban udara, serta densitas debu yang ada di dalam panel nantinya. Informasi yang ditampilkan akan mempermudah *monitoring* pada sistem ini oleh penggunanya.

Kondisi pertama (pipa nozzle detect?)

Sensor proximity mendeteksi posisi pipa *nozzle* pada posisi standby atau tidak, jika tidak terdeteksi maka sensor mengirim sinyal pada arduino uno untuk memerintahkan motor DC berputar ke arah kiri sampai pipa *nozzle* terdeteksi oleh sensor proximity.

Kondisi kedua (densitas debu sesuai set point?)

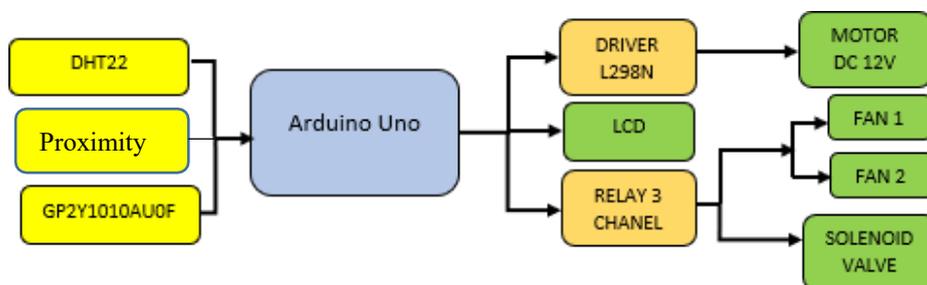
Jika kondisi densitas debu sesuai set point maka *solenoid valve* akan bekerja untuk proses penyemprotan debu dengan udara bertekanan, motor DC akan bekerja untuk menggerakkan pipa *nozzle* penyemprot bergerak *horizontal* dengan jarak sesuai *set point*, dan *fan* 1 dan 2 akan bekerja untuk menghisap debu di dalam panel. Jika kondisi pertama tidak sesuai *set point*, maka proses akan berlanjut pada kondisi ke 2.

Kondisi ketiga & keempat (suhu panel sesuai set point?)

Pada kondisi ketiga, jika suhu di dalam panel sesuai set point pertama, maka fan 1 akan bekerja untuk mensirkulasi udara di dalam panel agar suhu di dalam panel turun dibawah *set point*. Jika sampai kondisi *set point* kedua tercapai maka fan 2 akan bekerja. Jika kondisi kedua ini tidak sesuai *set point* maka mikrokontroler akan memproses ulang data yang diterima dari kedua sensor. Proses ini akan bekerja terus menerus/*looping* sampai sumber tegangan dimatikan baru sistem ini akan berhenti.

A. Desain perancangan alat

Desain perancangan alat dapat dilihat pada blok diagram di bawah, menggunakan beberapa komponen utama sertakomponen pendukung lainnya.



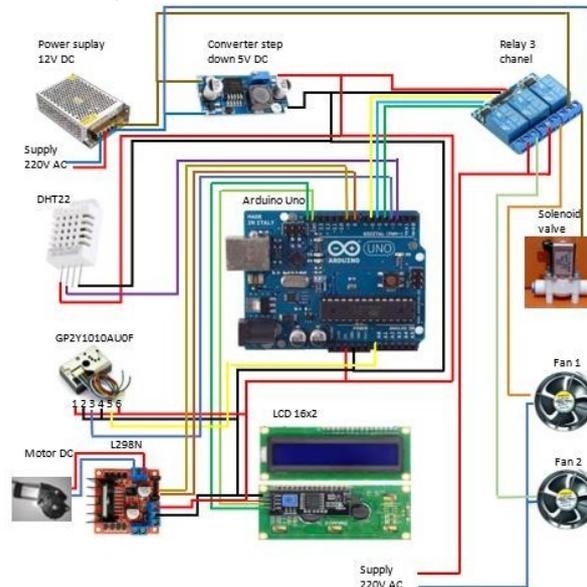
Gambar 2. Blok Diagram Perancangan Alat

Terdapat Arduino UNO sebagai pengolah data serta sensor DHT22 dan GP2Y1010AU0F sebagai input data. *Solenoid valve* udara bertekanan, motor DC, dan *fan* yang akan bekerja secara bersamaan untuk proses penyemprotan debu dan menghisap debu yang kemudian akan ditampung pada kantong debu.

B. Rangkaian keseluruhan alat

Pada perancangan menggunakan sumber tegangan 220V AC sebagai sumber tegangan *power supply* 12V DC.

Tegangan *output power supply* digunakan untuk tegangan *input converter step down*, *driver L298N*, sensor *proximity*, dan *solenoid valve*. Tegangan *output converter step down 5V DC* digunakan sebagai sumber tegangan *Arduino Uno*, sensor *GP2Y1010AU0F*, sensor *DHT22*, dan *LCD*.



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan Alat

Untuk sistem kontrol terdapat motor driver L298N, pin input 1 dan 2 *driver* dihubungkan pada pin 8 dan 9 *Arduino* dimana pin ini sebagai pengirim sinyal *PWM*. Pin output A dihubungkan pada motor DC. Untuk mengontrol *fan* dan *solenoid valve* menggunakan *relay 4 channel*. Pin *input relay* 1, 2, dan 3 dihubungkan pada pin D4, D5, dan D6 *Arduino*. Untuk *common* pin 3 dihubungkan pada sumber tegangan 12V DC sebagai sumber tegangan *solenoid valve*, *common* pin 1 dan 2 dihubungkan pada sumber tegangan 220V AC sebagai sumber tegangan *fan 1* dan 2.

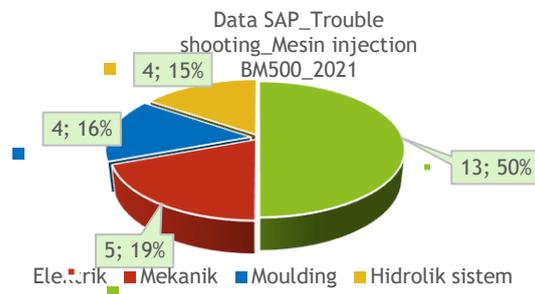
Untuk *monitoring* sistem menggunakan LCD 16x2. Pin *Vcc* modul I2C dihubungkan pada 5V DC serta pin *GND* dihubungkan pada *GND*. Pin *SDA* dan *SCL* dihubungkan pada pin *SDA* dan *SCL* *Arduino*. Agar lebih jelas pemetaan Pin I/O pada beberapa komponen dibuat tabel pemetaan seperti di bawah.

Tabel 1. Penempatan Pin I/O

Komponen I/O	Pin I/O	Pin Arduino	Keterangan
Sensor DHT22	Vout	D2	
Sensor GP2Y1010AU0F	Pin 3 (LED)	D3	
	Pin 5 (Vo)	A0	
Relay	In 1	D4	Fan 1
	In 2	D5	Fan 2
	In 3	D6	Solenoid valve
Proximity sensor	Vo	D7	Proximity sensor
LCD	SDA	SDA	
	SCL	SCL	
Motor Driver L298N	In 1	D8	
	In 2	D9	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil perancangan sistem



Gambar 4. Data SAP Troubleshooting 2022

Pada data SAP *trouble shooting* di tahun 2021 dapat dilihat kerusakan pada mesin *injection* BM500 50% terjadi pada komponen elektrik. Kerusakan terjadi akibat *overheat* dan munculnya karbon pada beberapa kontak daya yang disebabkan densitas debu dan serbuk *regrand* yang tinggi. Mengacu pada data SAP tersebut maka sangat diperlukan penanganan masalah debu dan serbuk *regrand* dengan pemasangan sistem pembersih debu agar pembersihan dapat dilakukan secara kontinyu.

Dari hasil perancangan sistem terdapat dua bagian utama yaitu *box* komponen dan mekanik sistem. *Box* komponen terpasang pada pintu panel mesin yang terdiri dari *power supply* 12V DC, *Arduino UNO*, *converter step down* DC-DC, driver L298N, modul *relay*, serta terminal blok. Untuk sensor DHT22, *proximity* dan sensor GP2Y1010AU0F diletakkan di dalam panel mesin. Untuk *fan* dan kantong debu terpasang pada pintu panel mesin *injection*.



Gambar 5. Pemasangan Keseluruhan Alat

Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino UNO* sebagai pemroses data. Driver L298N sebagai penggerak motor DC dimana motor DC digunakan untuk menggerakkan pipa *nozzle* secara *horizontal*, relay sebagai saklar *on off* kipas dan *solenoid valve* angin bertekanan. Sebagai sumber tegangan menggunakan *power supply* 12V DC dan diturunkan menjadi 5V DC menggunakan *converter step down*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

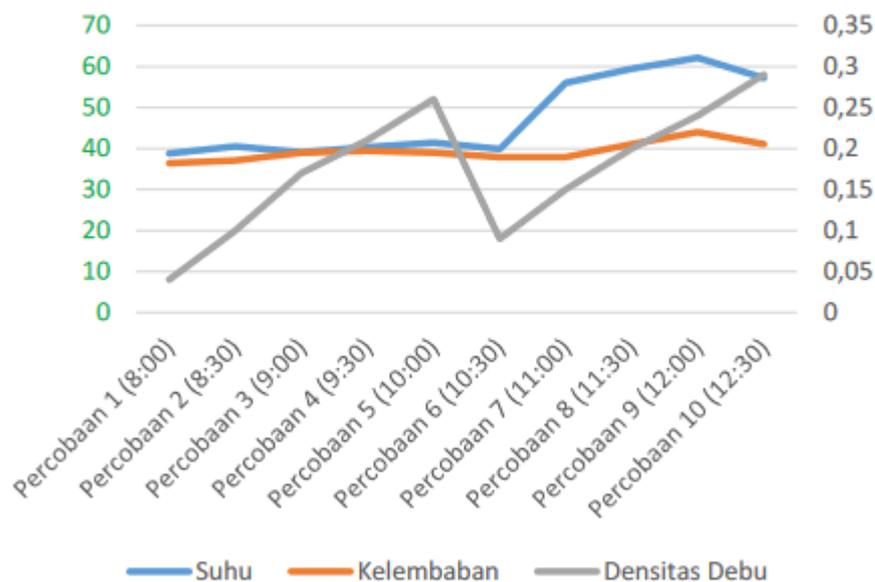
Percobaan ke	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Kadar Debu (mg/m ³)	Kondisi Fan 1	Kondisi Fan 2	Kondisi Solenoid Valve	Kondisi Motor DC
1 (8:00)	39,77	36,40	0,17	off	off	off	off
2 (8:30)	40,52	37,02	0,21	on	off	off	off
3 (9:00)	39,02	38,95	0,27	off	off	off	off
4 (9:30)	40,34	39,40	0,39	on	off	off	off

5 (10:00)	52,43	38,97	0,51	on	on	on	on
6 (10:30)	39,87	37,92	0,15	off	off	off	off
7 (11:00)	40,98	37,89	0,25	on	off	off	off
8 (11:30)	49,45	41,03	0,37	on	off	off	off
9 (12:00)	50,09	43,98	0,52	on	on	off	off
10(12:30)	39,87	41,06	0,16	on	on	on	on

Dari tabel hasil pengujian seluruh sistem yang diambil pada tanggal 30 Mei 2022 di PT Tirta Sukses Perkasa Dept. Packaging yang sesuai pada pengambilan gambar 4 dapat dilihat bahwa I/O dapat bekerja dengan baik sesuai *sketch* program yang dirancang.

B. Pembahasan

Pada pengujian seluruh sistem dapat dilihat bahwa sistem pembersih debu dapat bekerja dengan baik sesuai *sketch* program yang dirancang. Bisa dilihat bahwa pada saat temperatur di dalam panel mesin lebih dari 40°C maka *fan* 1 akan bekerja. Pada saat temperatur di dalam panel lebih dari 50°C maka *fan* 1 dan 2 akan bekerja secara bersamaan. Dan pada saat densitas debu didalam panel lebih dari 0,5 mg/m³ maka seluruh sistem akan bekerja secara bersamaan mulai dari *fan*, *solenoid valve*, dan motor DC penggerak pipa *nozzle* penyemprot udara bertekanan.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Coba Sistem

Dari hasil percobaan juga dapat dilihat bahwa terdapat pengaruh antara densitas debu dengan kenaikan suhu di dalam panel mesin. Kenaikan densitas debu sangat tinggi dengan melihat pada grafik hasil uji coba, dari percobaan pertama jam 8:00 sampai selang waktu 2 jam pada percobaan kelima jam 10:00 kenaikan densitas debu sangat tinggi dengan diikuti naiknya temperatur di dalam panel. Antara waktu percobaan kelima jam 10:00 dengan percobaan keenam jam 10:30 dapat dilihat pada tabel di atas bahwa densitas debu menurun setelah proses penyemprotan dan dihisap oleh *fan*. Temperatur di dalam panel juga dapat dikontrol dengan stabil dibawah 55°C untuk menghindari terjadinya *overheat* pada komponen-komponen elektronik yang terpasang pada panel mesin. Setelah pemasangan sistem pembersih debu dapat dilihat pada grafik di atas, terdapat penurunan densitas debu dan *regrand* secara signifikan secara berkala. Dengan penurunan densitas debu dan *regrand* terdapat juga penurunan temperatur di dalam panel.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari seluruh pengujian di atas digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan perancangan sistem pembersih debu pada panel mesin *injection*. Dari mulai pengujian sensor DHT22 untuk mendeteksi temperatur dan kelembaban udara di dalam panel yang hasilnya cukup baik dengan tingkat keakuratan 99,07% dengan tingkat error hanya 0,94%. Begitu juga pada pengujian sensor debu GP2Y1010AU0F yang dapat mendeteksi densitas debu di dalam panel dengan cukup baik. Pada pengujian beban *power supply* 12V sebagai sumber tegangan juga cukup baik, pada saat sistem bekerja tegangan *output* pada *power supply* cukup stabil di angka 12,11 Volt. Sedangkan untuk arus *power supply* menunjukkan di angka 1,04 *Ampere*. Untuk pengujian motor DC juga mendapatkan hasil yang cukup baik dengan nilai tegangan kerja 9,79V – 9,89V serta nilai arus antara 0,70 Amp - 0,74 Amp.

Terdapat keterkaitan antara kenaikan densitas debu dan *regrand* dengan temperatur di dalam panel mesin. Pada saat densitas debu dan *regrand* naik maka pendingin dari *servo drive*, *SSR*, dan beberapa komponen yang lain tidak dapat bekerja dengan baik untuk melepas panas. Setelah pemasangan sistem ini densitas debu dan *regrand* serta temperatur di dalam panel mesin dapat dijaga dengan stabil. Pada pengujian seluruh sistem dapat dilihat sistem pembersih debu ini bekerja sesuai dengan perancangan awal serta dapat mengurangi densitas debu di dalam panel setelah sistem ini bekerja. Dapat disimpulkan sistem ini dapat bekerja dengan baik sesuai perancangan awal.

Dari sistem ini masih diperlukan pengembangan terutama pada sistem mekanis penggerak pada pipa *nozzle* penyemprot. Kedepan bisa dikembangkan dengan sistem penggerak yang dapat mengatur sudut penyemprotan saja dan meminimalisir gerakan mekanis di dalam panel mesin, karena karakter panel setiap mesin berbeda-beda sesuai dengan komponen yang terdapat pada panel mesin. Jika komponen didalam panel mesin memiliki dimensi yang cukup besar, akan mengganggu proses gerakan mekanis pipa *nozzle* penyemprot pada sistem yang dirancang saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada manajemen PT. Tirta Sukses Perkasa Plant Pandaan yang mengizinkan melakukan penelitian dan eksperimen pada mesin *injection preform PET*, Serta kepada Bapak Sudarno Timur S.T. dan Bapak Nana Hanafi selaku pimpinan departemen Teknik yang mendukung sepenuhnya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Solih and J. Jamaaluddin, "Rancang Bangun Pengaman Panel Distribusi Tenaga Listrik di Lippo Plaza Sidoarjo Dari Kebakaran Berbasis Arduino Nano," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2017.
- [2] F. Ardiansyah, Misbah, and P. P. S., "Sistem Monitoring Debu dan Karbon Monoksida Pada Lingkungan Kerja Boiler Di Pt. Karunia Alam Segar," *IKRA-ITH Teknol. J. Sains Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 62–71, 2018.
- [3] T. Liu, "Digital-Output relative humidity & temperature sensor/module DHT22," *New York Aosong Electron.*, vol. 22, pp. 1–10, 2015.
- [4] SHARP, "GP2Y1010AU0F Compact Optical Dust Sensor," *Datasheet*, pp. 1–11, 2017, [Online]. Available: <http://www.sharpsme.com/download/gp2y1010au-epdf>.
- [5] G. W. Pambudi, *Belajar Arduino from Zero to Hero*, no. ISSN 2442-7659. 2020.
- [6] S. M. Tua, Suhardi, and A. Fathudin, "EVALUASI KINERJA PERALATAN AIR DRYER DESICCANT," pp. 259–270, 2018.
- [7] P. A. Sunarya, N. Rahayu, and F. Yono, "Prototype Robot Pembersih Serbuk Kayu Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Android," *ICIT J.*, vol. 6, no. 2, pp. 163–172, 2020.
- [8] D. S. Muzakki, "Rancang Bangun Monitoring Temperatur Pendeteksi Debu pada Panel Berbasis Arduino Uno," *Din. Inform. Vol.*, 2018.
- [9] C. Optical and D. Sensor, "GP2Y1010AU0F," pp. 1–9, 2006.
- [10] S. Syahririni, D. H. R. S, P. Studi, T. Elektro, and U. M. Sidoarjo, "Aplikasi alat ukur partikulat dan suhu berbasis iot," vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2020.