

RANCANG BANGUN ALAT PENGONTROLAN PEMBERSIH KOTORAN AYAM DILENGKAPI DENGAN SISTEM PENCUCIAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER

Melinda Yunita Gunawan¹, Aidi Finawan², Arsy Febrina Dewi³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Instrumentasi dan Kontrol
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: melindayunita0@gmail.com¹, aidifinawan@pnl.ac.id², arsyfebrinadw@pnl.ac.id³

Abstrak –Kebersihan kandang merupakan faktor terpenting dalam peternakan. Kandang yang tidak bersih berpotensi menimbulkan penyakit yang dapat menyerang ayam ataupun peternak ayam. Pada penelitian ini dibuatlah sistem pengontrolan pembersih kotoran ayam dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis memanfaatkan mikrokontroler arduino uno. Berdasarkan pengujian, sistem pengontrolan pembersih kotoran ayam dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan pemrograman yang telah dirancang. Semakin tinggi nilai yang terbaca oleh sensor TCS3200 semakin bersih pula kondisi *belt konveyor*. Sebaliknya, semakin rendah nilai yang terbaca oleh sensor TCS3200 semakin kotor pula kondisi *belt konveyor*. Berdasarkan pengujian diketahui bahwa, *buzzer* akan aktif ketika kadar gas yang terbaca >15ppm. Ketika kadar gas <15ppm, *buzzer* tidak akan aktif.

Kata Kunci : *Peternakan Ayam, Arduino Uno, Sensor TCS3200, Motor DC, Buzzer dan Konveyor*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ayam di Indonesia mempunyai prospek pasar yang menjanjikan yang didukung oleh karakteristik daging ayam yang mudah didapat, murah dan halal. Perkembangan daging ayam sendiri merupakan salah satu pendorong kebutuhan pangan nasional. Hal tersebut mengakibatkan peternakan ayam dijalankan sangat ekstensif sehingga semakin mendekati permukiman masyarakat dan sering kali menimbulkan konflik dengan masyarakat akibat dampak negatif yang ditimbulkan seperti penularan penyakit, pencemaran lingkungan, bau tidak sedap, dan lain-lain.

Penyakit pada ayam merupakan salah satu penyebab menurunnya perkembangbiakan pada ayam, karena kebersihan pada kandang tidak terjaga maka kotoran ayam menumpuk sehingga kandang tersebut dapat berpotensi menimbulkan penyakit yang dapat menyerang ayam ataupun peternak ayam.

Kondisi kandang ayam yang kotor seringkali menjadi masalah utama di bidang peternakan ayam. Upaya pembersihan kotoran pada kandang ayam dilakukan secara konvensional melalui campur tangan manusia secara langsung. Peternak harus melepas papan penampang kotoran ayam terlebih dahulu lalu membuang dan membersihkan kotoran tersebut secara langsung. Proses pembuangan kotoran ini berlangsung secara terus menerus dan berkala dalam 3 kali sehari ataupun lebih dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Proses ini akan sangat merepotkan apabila hal ini dilakukan secara langsung oleh peternak ayam setiap saat dan akan menjadi masalah apabila peternak tidak dapat melakukan pembersihan kandang tersebut setiap saat dikarenakan ada suatu hal [1].

Dampak negatif yang terjadi pada industri peternakan ayam adalah bau yang menyengat disebabkan

oleh kotoran ayam. Faktor penyebab bau tidak sedap adalah kandungan gas NH₃ yang tinggi walaupun sebenarnya dari kotoran ayam bisa terurai menjadi gas beracun lain seperti H₂S, CO₂ dan metana, maupun diantara gas beracun tersebut yang paling banyak menimbulkan masalah kesehatan adalah NH₃. Gas NH₃ terbentuk dari kotoran ayam yang mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pada saat penumpukan kotoran atau penyimpanan [2].

Perkembangan alat yang berkaitan telah dilakukan pula oleh penulis lainnya yaitu pengembangan kandang ayam tertutup dengan pengatur suhu menggunakan dua aktuator berupa blower pendingin dan pemanas. Pengaturan suhu untuk pendinginan dan pemanasan dilakukan secara otomatis berdasarkan waktu [3]. Pengembangan sistem terjadwal untuk mengontrol pemberian makan, minum, pembersih kotoran, dan pengaturan suhu kandang *day old chicks* (DOC) secara otomatis. Pengontrolan dilakukan berdasarkan waktu sebagai acuan dalam pengontrolan suhu dan pembersihan kandang [4]. Dari paparan di atas muncul gagasan yang dapat berguna dalam bidang peternakan, penulis tertarik untuk mengangkat judul “Rancang Bangun Alat Pengontrolan Pembersih Kotoran Ayam Dilengkapi Dengan Sistem Pencucian Otomatis Berbasis Mikrokontroler”

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

Penelitian terdahulu merupakan salah satu referensi yang sangat diperlukan dalam menyelesaikan tulisan agar lebih optimal. Diantaranya ialah sistem pembersih kotoran kandang ayam otomatis berbasis mikrokontroler, dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem yang mampu membersihkan kotoran pada

kandang ayam secara otomatis sesuai dengan jadwal yang ditentukan menggunakan RTC [5].

Prototype pembersih kotoran kandang ayam berdasarkan kadar gas berbahaya amonia berbasis atmega 2560 sebelumnya juga pernah dibuat. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem kandang ayam petelur otomatis yang dapat membuang kotoran ketika kadar gas amonia sudah melebihi batas aman yaitu 1:13 ppm. Dengan menggunakan arduino mega 2560 sebagai *microkontroler*, sensor MQ-135 untuk memonitoring kadar gas amonia, dan conveyor untuk membuang kotoran [6].

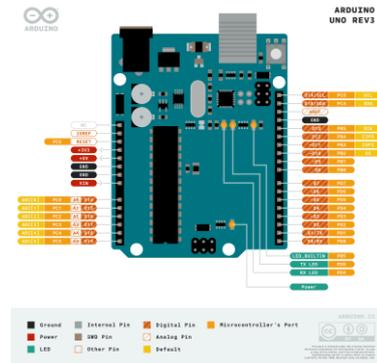
Selain itu prototype pembersih kotoran ayam berbasis mikrokontroler juga pernah dibuat. Penelitian ini menggunakan sensor cahaya untuk mendeteksi penumpukan kotoran. Sensor ini bekerja apabila sensor cahaya tertutup oleh kotoran ayam, menggunakan arduino untuk beroperasi terus menerus dalam pengolahan data, menggunakan RTC untuk mengatur timer waktu pembersihan kotoran ayam dalam waktu yang telah di set, menggunakan driver relay untuk mengaktifkan water pump untuk membersihkan kotoran ayam ketika waktu timer terpenuhi atau ketika sensor cahaya tertutup kotoran ayam, pompa digunakan untuk mengalirkan air pada proses pembersihan kotoran ayam [7].

Berdasarkan tinjauan-tinjauan diatas, maka proyek akhir yang akan penulis buat berjudul “Rancang Bangun Alat Pengontrolan Pembersih Kotoran Ayam Di Lengkapi Dengan Sistem Pencucian Otomatis Berbasis Mikrokontroler”. Alat ini merupakan pengembangan dari alat-alat yang pernah dirancang sebelumnya. Pada penelitian ini penulis memanfaatkan mikrokontroler arduino uno, sensor MQ-135, sensor warna TCS3200 dan timer DS3200. Sistem akan mendeteksi waktu hidup konveyor pada RTC. Ketika sudah mencapai waktu yang ditentukan pompa akan aktif, konveyor akan bergerak, motor yang dilengkapi dengan sikat pembersih akan aktif untuk membersihkan kotoran. Bersamaan dengan itu sensor MQ135 akan mendeteksi kadar gas pada konveyor. Jika gas yang terdeteksi melebihi batas set poin yang telah ditentukan, maka *buzzer* akan aktif. Kemudian, sensor TCS3200 akan mendeteksi kebersihan pada wadah kotoran yang tertampung pada *belt konveyor*.

B. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino uno sendiri merupakan mikrokontroler yang cocok digunakan untuk pemula. Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board Arduino Uno* ke komputer dengan menggunakan kabel USB. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus

maksimum 40 mA. Arduino uno dapat dilihat pada Gambar 1.



Gbr. 1 Pinout arduino uno

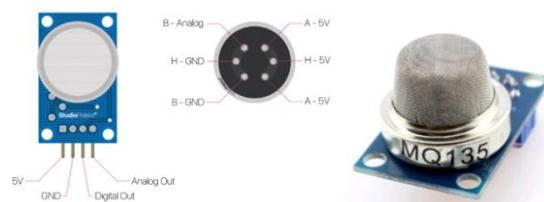
C. Sensor MQ-135

MQ-135 adalah sensor udara untuk mendeteksi gas amonia (NH3), natrium-(di)oksida (NOx), alkohol / ethanol (C2H5OH), benzena (C6H6), karbon dioksida (CO2), gas belerang / sulfur-hidroksida (H2S) dan gas – gas lainnya yang ada di atmosfer. Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistansi analog di pin keluarannya. Sensor ini bekerja pada tegangan 5 Volt dan menghasilkan sinyal keluaran analog, karakteristik lengkap sensor gas MQ-135 tertera pada Tabel I.

TABEL I
Karakteristik Sensor Gas MQ-135

No	Model : MQ 135	Spesifikasi
1	Catu Daya heater	5 Volt AC/DC
2	Catu Daya Rangkaian	5 Volt AC/DC
3	Target Gas	Amoniak (NH3), Nitrogen Oksida (Nox), Alkohol, Benzene, Smoke, Karbon Dioksida (CO2), gas metan (CH4)
4	Range Pengukuran	10-300 ppm Amoniak, 10-1000 ppm Benzene, 10-300 ppm Alkohol

Pada perancangan alat ini Sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi kotoran ayam. Sensor MQ-135 dapat di lihat pada Gambar 2.

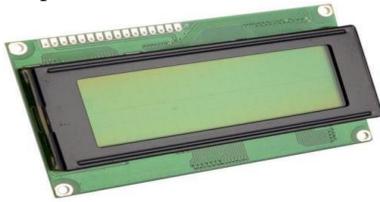


Gbr. 2 Sensor MQ-135

D. LCD

Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 merupakan komponen elektronika, mempunyai fungsi sebagai penampil karakter, angka, huruh bahkan grafik. CMOS

logic adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam membuat LCD, di mana teknologi ini memantulkan cahaya yang ada pada sekelilingnya dan tidak menghasilkan cahaya (back-lit). Tampilan LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr. 3 LCD

E. Motor DC (Power Window)

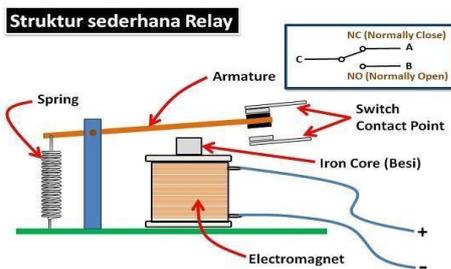
Motor DC (*Power Window*) adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Motor DC digunakan dimana kontrol kecepatan dan kecepatan torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan. Bagian DC yang paling penting adalah rotor dan strator. Bagian stator adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. Bagian rotor adalah bagian yang berputar dari suatu motor DC. Yang termasuk rotor ialah lilitan jangkar, komutator, tali, isolator, poros, bantalan dan kipas. Jenis motor dc yang dipergunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gbr. 4 Motor DC power window

F. Relay

Relay merupakan salah satu jenis saklar yang akan beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menghubungkan rangkaian secara tidak langsung.. Pada saat relay memiliki kondisi *Normally Open* (NO) maka saklar akan menghantarkan arus listrik, tetapi jika kondisi terdapat pada *Normally Close* (NC) berarti relay tidak teraliri arus listrik. Relay sendiri memiliki banyak fungsi yang sangat berguna pada kehidupan sehari-hari, diantaranya yaitu menjalankan fungsi logika pada mikrokontroler, sebagai aktuator, sebagai proteksi, dan masih banyak lagi. Struktur relay dapat dilihat pada Gambar 5.



Gbr. 5 Struktur Relay Sederhana

G. Power Supply

Catu daya (*power supply*) yang digunakan dalam rangkaian adalah trafo dengan tegangan 12V/1A. Untuk pengoperasiannya akan dibagi menjadi dua tegangan keluaran yaitu 5 Volt untuk rangkaian mikrokontroler dan 12 Volt untuk rangkaian driver transistor dan relay. Catu daya merupakan bagian terpenting pada sebuah rangkaian elektronika karena catu daya merupakan sumber tenaga utama yang akan mensuplai daya ke seluruh rangkaian. Power supply dapat dilihat pada Gambar 6.



Gbr. 6 Power supply

H. Pompa 12V

Water Pump atau pompa air adalah alat untuk menggerakkan air dari tempat bertekanan rendah ke tempat bertekanan yang lebih tinggi. Pada dasarnya *water pump* sama dengan motor DC pada umumnya, hanya saja sudah di *packing* sedemikian rupa sehingga dapat digunakan di dalam air. Pada rancangan alat ini digunakan *water pump* DC 12 volt untuk menyemprotkan air. Pompa 12 volt dapat dilihat pada Gambar 7.



Gbr. 7 Pompa 12V

I. Sensor Warna TCS 3200

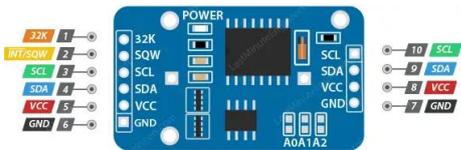
Sensor warna adalah perangkat fotolistrik yang dapat memancarkan cahaya dan mendeteksi warna cahaya yang dipantulkan dari suatu objek. Sensor ini dapat mendeteksi intensitas cahaya yang dipantulkan dari suatu objek dan membedakan warna primer seperti merah, biru, dan hijau. Ini juga disebut sebagai detektor warna. Sensor warna dapat menerangi objek dengan panjang gelombang yang luas, rasio cahaya, dan menentukan intensitas cahaya warna primer (merah, biru, hijau, dan putih). Rasio intensitas cahaya menentukan jumlah cahaya yang dipantulkan dan diserap oleh objek. Sensor TCS3200 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gbr. 8 Sensor Warna TCS 3200

J. RTC DS3231 (Realtime Clock)

Komponen realtime clock adalah komponen ic penghitung yang dapat difungsikan sebagai sumber data waktu baik berupa data jam, hari, bulan maupun tahun. komponen DS3231 berupa IC yang perlu dilengkapi dengan komponen pendukung lainnya seperti crystal sebagai sumber clock dan battery external 3,6 volt sebagai sumber energy cadangan agar fungsi penghitung tidak berhenti RTC dapat dilihat pada Gambar 9.



Gbr. 9 RTC DS3231

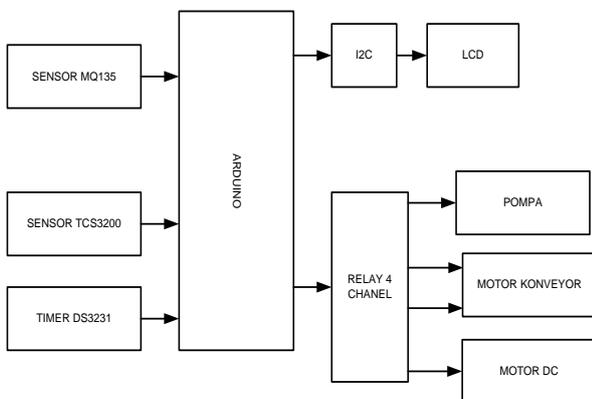
III. METODOLOGI

A. Studi Literatur

Dalam melakukan penelitian karya ilmiah harus dilakukan teknik penyusunan yang sistematis untuk memudahkan langkah-langkah yang akan diambil. Begitu pula yang dilakukan penulis dalam penelitian ini. Langkah pertama yaitu dengan melakukan studi literatur pada buku dan jurnal yang membahas tentang pembersihan kandang ayam otomatis.

B. Blok Diagram

Diagram blok pada alat pengontrolan pembersih kotoran ayam dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis dapat dilihat pada Gambar 10.



Gbr. 10 Blok Diagram Sistem

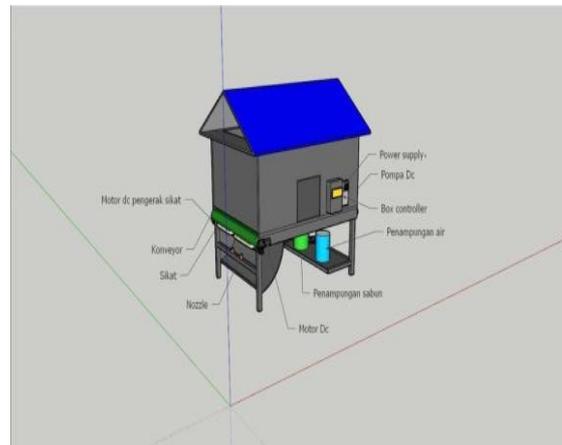
C. Prinsip Kerja Alat

Pada penelitian ini penulis membuat sebuah prototype alat pengontrolan pembersih kotoran ayam

dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis. Alat ini digunakan untuk memudahkan peternak dalam proses pembersihan kotoran ayam. Sistem akan mendeteksi waktu hidup konveyor pada RTC. Ketika sudah mencapai waktu yang ditentukan pompa akan aktif, konveyor akan bergerak, motor yang dilengkapi dengan sikat pembersih akan aktif untuk membersihkan kotoran. Bersamaan dengan itu sensor MQ135 akan mendeteksi kadar gas pada konveyor. Jika gas yang terdeteksi melebihi batas set poin yang telah ditentukan, maka buzzer akan aktif. Kemudian, sensor TCS3200 akan mendeteksi kebersihan pada wadah kotoran yang tertampung pada belt konveyor. Data pembacaan oleh sensor MQ135 dan sensor TCS3200 akan ditampilkan ke LCD secara otomatis.

D. Perancangan Mekanik

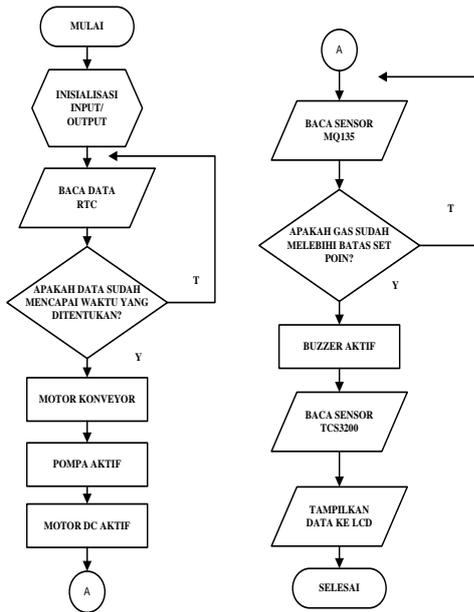
Perancangan mekanik dari alat pengontrolan pembersih kotoran ayam dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis dengan menggunakan software sketchup dapat dilihat pada Gambar 11.



Gbr. 11 Desain 3D Alat Pengontrolan Pembersih Kotoran Ayam

E. Flowchart Sistem

Secara grafis, aliran proses berupa flowchart seperti pada Gambar 11.



Gbr. 12 Flowchart Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan Sistem Mekanik Alat Pengontrolan Pembersih Kotoran Ayam Dilengkapi Dengan Sistem Pencucian Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Sistem Mekanik pada alat pengontrolan pembersih kotoran ayam dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis ini dirancang mirip dengan bentuk rumah. Hasil rancangan alat dapat dilihat pada Gambar 13.



Gbr. 13 Desain Asli Alat Pengontrolan Pembersih Kotoran Ayam

B. Pengujian Pengaruh Data Pembacaan Sensor TCS3200 Terhadap Kondisi Belt Konveyor
 Data pengujian pengaruh sensor TCS3200 terhadap kondisi konveyor dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL II
 Pengaruh Data Sensor TCS3200 Terhadap Kondisi Konveyor

No	Nilai Sensor TCS3200			Kondisi belt konveyor
	Red	Green	Blue	
1	114	124	96	Kotor
2	111	120	95	Kotor
3	100	116	90	Kotor
4	107	109	86	Kotor
5	121	128	100	Bersih
6	125	130	105	Bersih
7	127	131	107	Bersih
8	129	132	109	Bersih
9	130	135	111	Bersih

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa semakin tinggi nilai yang terbaca oleh sensor TCS3200 semakin bersih pula kondisi belt konveyor. Sebaliknya, semakin rendah nilai yang terbaca oleh sensor TCS3200 semakin kotor pula kondisi belt konveyor. Nilai RGB ini tidak ditampilkan ke LCD tetapi dapat dilihat pada serial monitor. Ketika nilai red >114, green >124 dan blue >96, belt konveyor dalam keadaan bersih. Begitu pula sebaliknya, ketika nilai red <114, green <124 dan blue <96, kondisi belt konveyor dalam keadaan kotor.

C. Pengujian Sensitifitas Sensor MQ135

Data pengujian Sensitifitas sensor dapat dilihat pada Tabel 3.

TABEL III
 Pengujian Sensitifitas Sensor MQ135

Menit ke-	Kadar gas terbaca oleh sensor MQ135			
	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV
0	0	0	0	0
2	0	2.56	11.22	19.07
4	0	2.56	11.33	19.23
6	0	2.73	12.20	19.27
8	0	3.01	12.81	20.07
10	0	3.33	13.21	21.52

Berdasarkan pengujian diketahui bahwa sensor MQ135 sensitif terhadap bau. Hal ini sangat wajar mengingat bahwa bau mengandung kadar gas. Pada tempat bersih dan tidak berbau (kondisi I) kadar gas yang terdeteksi ialah 0ppm. Pada tempat bersih dan berbau harum (Kondisi II) rata-rata kadar gas yang terdeteksi ialah 2.36 ppm. Pada tempat berbau busuk (kondisi III) rata-rata kadar gas yang terdeteksi ialah 10.12 ppm. Pada kondisi III pengujian dilakukan pada area pembuangan sampah. Kadar gas yang terdeteksi cukup tinggi karena tumpukan sampah mengandung kadar H₂S yang cukup tinggi. Pada tempat berbau busuk kotoran ayam (kondisi IV) rata-rata kadar gas yang terdeteksi ialah 16.53 ppm.

D. Pengujian Pengaruh Data Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Kondisi Buzzer

Data pengujian pengaruh pembacaan sensor MQ135 terhadap kondisi buzzer dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel IV
Pengaruh Sensor MQ135 Terhadap Kondisi Pompa dan Konveyor

No	Kadar Gas (ppm)	Kondisi Buzzer
1	0	Off
2	5	Off
3	10	Off
4	15	On
5	20	On
6	25	On
7	30	On

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa, buzzer akan aktif bila kadar gas yang terbaca pada kotoran ayam sudah mencapai nilai tertentu. Pada Tabel IV diketahui bahwa buzzer akan aktif ketika kadar gas yang terbaca >15ppm. Ketika kadar gas <15ppm, buzzer tidak akan aktif. Proses hidup dan mati buzzer ini sesuai dengan pemrograman yang dirancang, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem kendali pencucian otomatis pada alat ini telah berhasil dilakukan.

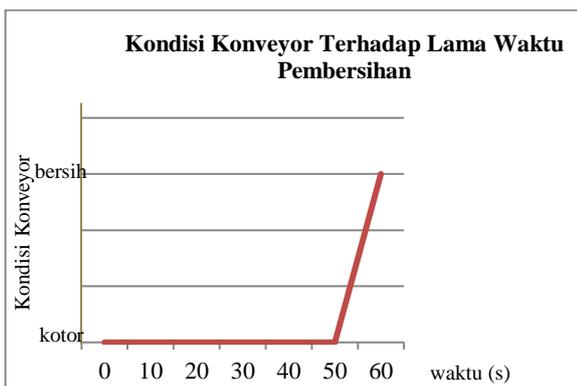
E. Pengujian Lama Waktu Pembersihan Konveyor

Data pengujian lama waktu proses pembersihan konveyor dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel V
Pengujian Lama Waktu Pembersihan Konveyor

Waktu (s)	Kondisi konveyor
0	Kotor
10	Kotor
20	Kotor
30	Kotor
40	Kotor
50	Bersih
60	Bersih

Berdasarkan data pada Tabel 5 diketahui bahwa konveyor dalam kondisi bersih pada waktu 50 detik. Adapun *timechart* operasional sistem dapat dilihat pada Gambar 14.

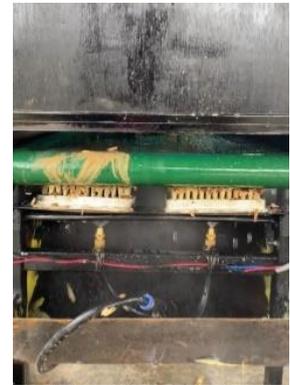


Gbr. 14 Grafik Kondisi Konveyor Terhadap Lama Waktu Pembersihan

Berdasarkan grafik diketahui bahwa, semakin lama waktu pembersihan maka konveyor akan semakin bersih. Proses pembersihan memanfaatkan motor DC yang dilengkapi dengan sikat pembersih, serta pompa yang akan mengalirkan air dan sabun ke konveyor, serta pemrograman pada mikrokontroler arduino uno. Berdasarkan grafik, pada waktu 0s s/d 40s konveyor dalam keadaan kotor, namun pada waktu ke 50s konveyor dalam keadaan bersih. Kondisi konveyor dalam keadaan kotor dan bersih dapat dilihat pada Gambar 15.



(a) Kondisi Konveyor Ketika Alat Pertama Kali Dhidupkan



(b) Kondisi Konveyor Setelah Beberapa Detik Dibersihkan

Gbr. 15 Konveyor Dalam Kondisi Kotor

Seperti pada pengujian sebelumnya, konveyor akan semakin bersih seiring dengan lamanya proses pembersihan. Pada Gambar 15 (a) dapat dilihat kondisi awal ketika alat pertama kali dihidupkan. Seiring dengan bertambahnya waktu proses pembersihan konveyor akan semakin bersih seperti pada Gambar 15 (b). Setelah proses selesai konveyor akan kembali bersih seperti pada Gambar 16.



Gbr. 16 Konveyor Dalam Keadaan Bersih

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisa, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Alat pengontrolan pembersih kotoran ayam dilengkapi dengan sistem pencucian otomatis dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan pemrograman yang telah dirancang.
2. Semakin tinggi nilai yang terbaca oleh sensor TCS3200 semakin bersih pula kondisi belt konveyor. Sebaliknya, semakin rendah nilai yang terbaca oleh sensor TCS3200 semakin kotor pula kondisi belt konveyor.
3. Sensor MQ135 sensitif terhadap bau. Hal ini sangat wajar mengingat bahwa bau mengandung kadar gas.
4. Berdasarkan pengujian diketahui bahwa buzzer akan aktif ketika kadar gas yang terbaca >15ppm. Ketika kadar gas <15ppm, buzzer tidak akan aktif.
5. Berdasarkan data diketahui bahwa semakin lama waktu pembersihan maka konveyor akan semakin bersih.

REFERENSI

- [1] Fadilah, Roni, (2005). **Panduan Mengelola Peternakan Ayam Broiler Komersil**. Jakarta: Agromedia Pustaka
- [2] Racmawati, Sri, (2000). **Upaya Pengelolaan Lingkungan Usaha Peternakan Ayam**. Wartazoa
- [3] Kholid Nasution, Anwar, (2015). **Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Dan Pengatur Suhu Otomatis Untuk Ayam Pedaging Berbasis Programmable Logic Controller Pada Kandang Tetutup**. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Bandar Lampung: Engineering University Of Lampung.
- [4] Harianto, Ira Puspa Sari, (2010). **Rancang Bangun Otomasi Kandang Day Old Chicks (DOC) Berbasis Microcontroller**. Surabaya: Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Tekik Komputer.
- [5] B. F. Rahmat, D. Fatihana, R. Hadiarto, and Dr. Ir. N. C. Basjaruddin, M.T “**Industrial Reseach workshop and Navigation Seminar**” *Sistem Pembersih Kotoran Kandang Ayam Otomatis Berbasis Mikrokontroler*.
- [6] Ekawati, Elisa, (2020). **Rancang Bangun Pembersih Kandang Ayam Berdasarkan Kadar Gas Berbahaya Amonia Berbasis Atmega 2560**. Malang:institut teknologi malang
- [7] Rudi, Hartono, (2018). **Pembersih Kotoran Ayam Berbasis Mikrokontroler**. Ponorogo: Universitas Muhammadiyah Ponorogo.