

Alat Pengolah Ampas Tahu Menjadi Pupuk Cair Organik dengan Pengepresan Pneumatik

Dilengkapi Pengisian Bahan Otomatis

Hapidz Daulah Nurisman
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Bandung
Bandung, Indonesia
hapidzdaulahn@gmail.com

Abstrak— Ampas tahu merupakan limbah yang dapat didaur ulang menjadi pupuk cair organik sehingga memiliki nilai ekonomis yang tinggi dibandingkan hanya menjadikannya sebagai pakan ternak atau membuangnya begitu saja. Pengolahan ampas tahu menjadi pupuk cair organik secara manual dirasa kurang efisien karena cukup membuang waktu dan tenaga yang banyak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pengolah ampas tahu menjadi pupuk cair organik dengan pengepresan pneumatik dilengkapi pengisian bahan otomatis, sehingga keseluruhan proses dilakukan secara otomatis, proses pengolahannya lebih cepat dan hasil fermentasinya memiliki pH yang akurat. Metode pengendalian pada alat ini adalah kendali on-off sehingga mudah dioperasikan oleh masyarakat secara umum terutama pengusaha tahu dan perawatannya pun mudah. Hasil pengujian alat ini menunjukkan, kecepatan pengolahannya 95,56% lebih cepat dibandingkan pengolahan secara manual dan akurasi pengukuran pH sebesar 99,42857%. Proses pengolahan diawali dengan pengisian bahan, lalu pengepresan ampas tahu sedikit demi sedikit sehingga air yang terkandung pada ampas tahu dapat dipisahkan. Kemudian cairan ampas tahu akan mengalir ke dalam tabung fermentasi, lalu setelah tabung terisi penuh, maka cairan pendukung fermentasi akan dicampurkan dan diaduk secara otomatis. Hasil pengukuran pH dapat dipantau melalui LCD dan ketika pH mencapai batas yang diinginkan maka alarm akan berbunyi.

Kata Kunci—Pneumatik, Sensor pH, Sistem Pengepresan, Ampas Tahu, Pupuk.

I. INTRODUCTION

Dewasa ini, tahu merupakan makanan yang umum dikonsumsi dan diolah oleh masyarakat Indonesia karena tahu diakui

sebagai makanan yang sehat, bergizi, dan ekonomis. Proses pembuatan tahu itu sendiri masih menggunakan cara tradisional dan banyak memakai tenaga manusia. Produksi tahu masih dilakukan dengan teknologi yang sederhana yang sebagian dibuat oleh para pengrajin sendiri dalam skala industri rumah tangga atau industri kecil, sehingga tingkat efisiensi penggunaan sumber daya yaitu air dan bahan kedelai dirasakan masih rendah dan tingkat produksi limbahnya sangat tinggi [13].

Banyak industri yang memproduksi tahu masih kesulitan mengolah limbah produksi sehingga banyak limbah cair ampas tahu yang terbuang lalu menimbulkan polusi air, sumber penyakit, bau busuk, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika lingkungan sekitar [14]. Banyak industri yang berupaya memanfaatkan limbah tahu ini dengan menjadikannya sebagai pakan ternak, akan tetapi dengan nilai jual yang rendah dan tidak sebanding dengan biaya transportasi, maka mayoritas industri tahu lebih memilih untuk membuangnya.

Ada pun cara lain pemanfaatan limbah tahu yang lebih menguntungkan industri, yaitu dengan mengolahnya menjadi pupuk cair organik karena memiliki harga jual yang cukup tinggi. Jumlah ampas tahu yang dihasilkan industri dapat mencapai 3.663 kg/bulan. Dengan jumlah yang sebanyak itu, produksi pupuk cair organik pun akan semakin banyak sehingga sangat menguntungkan bagi industri. Akan tetapi mayoritas industri tahu masih mengolahnya dengan bantuan alat konvensional, sehingga belum optimal karena banyak menguras tenaga manusia dan

membutuhkan waktu yang lama. Ada pun alat pemeras ampas tahu yang sudah menggunakan sistem otomatis yang dikembangkan sebagai penelitian pada tahun 2018, akan tetapi masih ada beberapa kekurangan, yaitu dalam proses pengisian ampasnya masih menggunakan tenaga manusia sehingga belum efektif dan tekanan pada pengepresannya masih belum optimal. Selain itu pengolahan ampas tahu pada alat tersebut hanya sampai pada tahap pemerasannya saja dan juga belum disertai tahap fermentasi limbah menjadi pupuk dan sistem monitoring kandungan pH yang diperlukan untuk memastikan pupuk sudah layak pakai. Oleh karena itu penulis ingin membuat alat pengolah ampas tahu menjadi pupuk cair organik dengan pengepresan pneumatic dilengkapi pengisian bahan otomatis.

II. LANDASAN TEORI

Teori dasar dalam sistem ini terdiri dari: sistem pneumatic, mikrokontroler, kendali on/off, modul relay, motor dc dan sensor pH.

A. Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal Yunani (bahasa Yunani: pneumatikos). Pneumatik berasal dari kata dasar "pneu" yang berarti udara tekan dan "matik" yang berarti ilmu atau hal-hal yang berhubungan dengan sesuatu. Jadi dapat diartikan pneumatik adalah ilmu/hal-hal yang berhubungan dengan udara bertekanan. Pneumatik adalah sebuah sistem penggerak yang menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Cara kerja pneumatik sama dengan hidrolis, yang berbeda hanyalah tenaga penggerak. Jika pneumatik menggunakan udara sebagai tenaga penggerak, sedangkan hidrolis menggunakan cairan oli sebagai tenaga penggerak.

Dalam pneumatik, udara bertekanan berfungsi untuk menggerakkan sebuah silinder kerja. Silinder kerja inilah yang nantinya mengubah tenaga atau tekanan udara tersebut menjadi tenaga mekanik (gerakan maju mundur pada silinder).

Sistem pneumatik memiliki kelebihan, antara lain :

- Mudah didapatkan,
- Tahan ledakan,
- Mudah disalurkan melalui pipa.

Tetapi sistem penumatik juga memiliki kekurangan, antara lain :

- Relatif mahal dalam pengadaannya

- Membutuhkan kondisi udara yang baik
- Bising (dapat diatasi dengan peredam atau silencer)

Gambar 2.1 dibawah ini merupakan salah satu komponen penting dalam pneumatic yang digunakan dalam sistem ini.



Gambar 2.1 Valve Pneumatik [1]

Directional valve atau katub pengatur arah yang instalasinya berada tepat sebelum aktuator, adalah berfungsi untuk mengatur kerja aktuator dengan cara mengatur arah udara terkompresi yang masuk atau keluar dari aktuator. Satu valve ini didesain untuk dapat mengatur arah aliran fluida kerja di dua atau bahkan lebih arah aliran. Ia bekerja secara mekanis atau elektrik tergantung dari desain yang ada.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler (pengendali mikro) merupakan single chip komputer yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan digunakan untuk tugas – tugas yang berorientasi kendali (Control). Mikrokontroler seiring dengan perkembangannya berukuran semakin kecil, mempunyai kemampuan komputasi yang semakin cepat dan harga yang semakin murah.

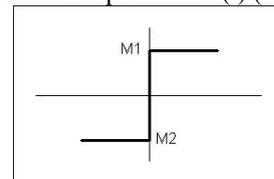
C. Kendali On/Off

Kendali on-off merupakan kendali yang dapat mengendalikan 2 keadaan yaitu on dan off. Dalam persamaan matematika kendali on-off dinyatakan dalam kurva pada **Gambar 2.2 Kurva Kendali On/Off** sebagai berikut:

- $m(t) = M1$ if $e(t) < 0$
- $m(t) = M2$ if $e(t) > 0$

Dimana:

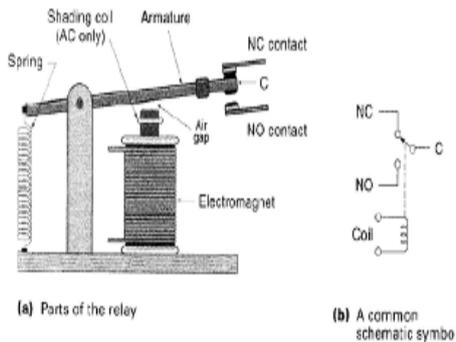
- $m(t)$ = output kendali
- $M1$ = maximum price of $m(t)$ (ON)
- $M2$ = minimum price of $m(t)$ (OFF)



Gambar 2.2 Kendali On/Off [2]

D. Relay

Relay terdiri dari coil dan contact. Perhatikan gambar 2.2, coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya.



Gambar 2.3 Relay [3]

E. Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

F. Sensor pH

Parameter pH pupuk cair organik diukur menggunakan sensor pH df-Robot SEN 101 yang merupakan pH meter analog dengan desain khusus untuk mikrokontroller seperti Arduino dengan koneksi yang praktis dan sederhana. Untuk menggunakan sensor ini diperlukan modul pengolah sinyal via BNC connector. Range pembacaan sensor ini yaitu, pH 0-14 dengan tegangan 5V dan akurasi $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C).



Gambar 2.4 Sensor pH [4]

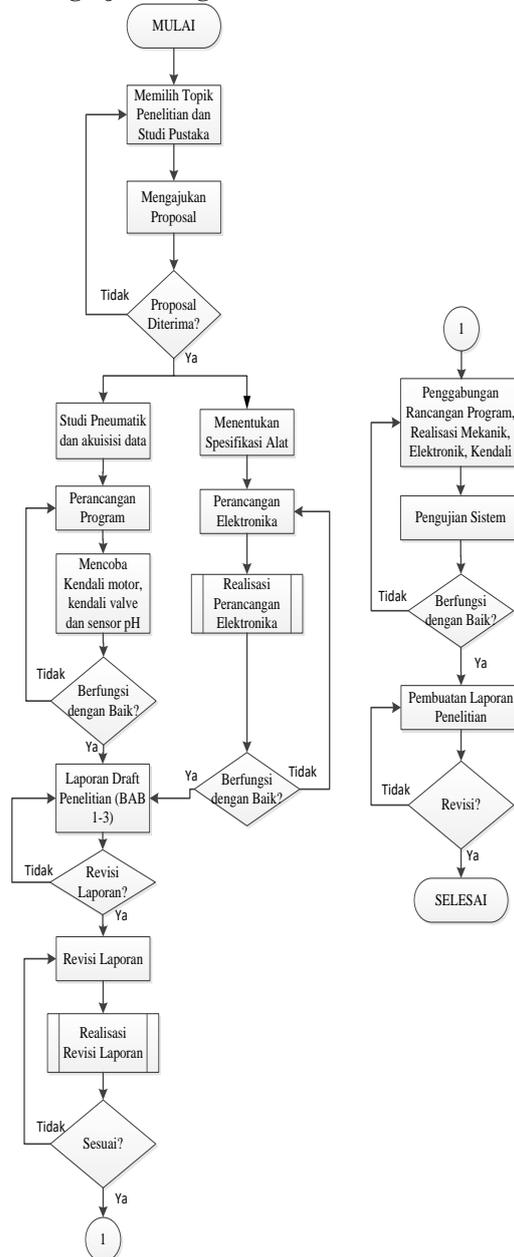
III. DESAIN SISTEM

Bab ini membahas tahapan desain, fungsi sistem, deskripsi sistem, material, dan desain

sistem. Metoda dan desain merupakan bagian yang sangat penting tahapan desain sistem.

A. Tahapan Pengerjaan Penelitian

Dalam bagian ini akan dijelaskan mengenai tahapan dan proses pengerjaan proyek akhir sehingga diharapkan dapat diselesaikan dengan baik, berikut Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir.



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

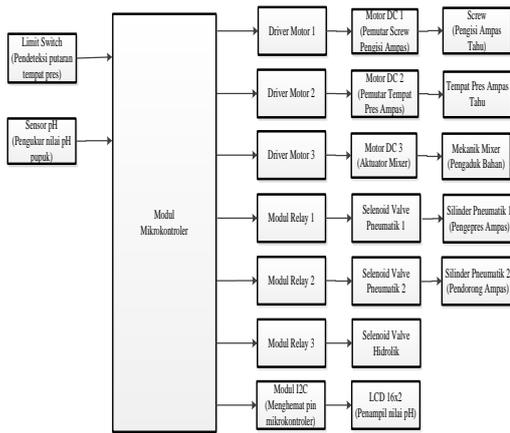
B. Gambaran Sistem

Alat ini berupa sistem siap pakai untuk mengolah ampas tahu menjadi pupuk cair organik yang terdiri dari rangka besi yang kuat

untuk menahan tekanan, panel *box*, penampung bahan, tabung fermentasi dan box bahan pendukung fermentasi pupuk. Alat ini dilengkapi dengan sumber AC dari jala-jala yang diteruskan ke *power supply* yang digunakan untuk memberi *supply* tegangan kepada seluruh sistem, termasuk mikrokontroler, motor dc, *solenoid valve* dan komponen lainnya.

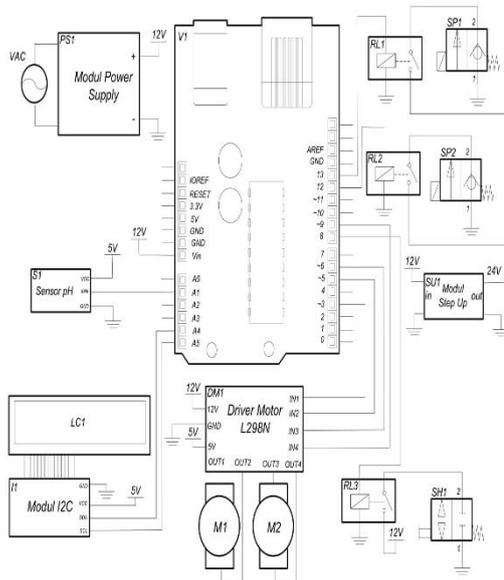
C. Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.2 Block Diagram Sistem.



Gambar 3. 2 Block Diagram Sistem

D. Desain Sistem Elektronik



Gambar 3. 3 Desain Sistem Elektronik

Pada sistem pengkabelan berikut, sumber tegangan terhubung dengan jala-jala 220VAC, lalu setelah melalui *power supply* tegangan menjadi 12VDC yang terhubung dengan mikrokontroler dan beberapa komponen lainnya. Rangkaian di atas

ditempatkan pada 2 panel box yang terdapat pada bagian atas rangka dan tabung fermentasi.

E. Desain Program Mikrokontroler

Gambar 3.4 merupakan flowchart program mikrokontroler pada sistem pengolah ampas tahu secara keseluruhan

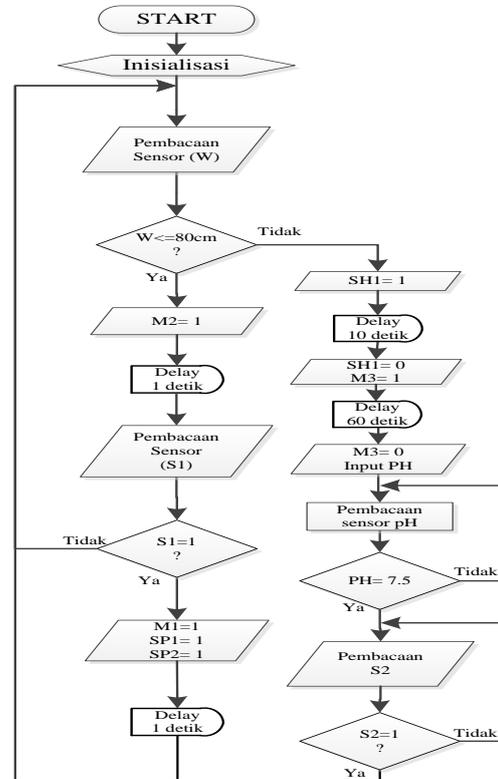


Figure 3. 4 Flowchart Program Mikrokontroler

Keterangan :

- S1 = Sensor Limit Switch
- S2 = Switch off alarm
- M1 = Motor 1 pemutar wadah ampas
- M2 = Motor 2 pemutar *screw*
- M3 = Motor 3 pengaduk campuran ampas tahu
- SP1 = Selenoid Valve Pneumatik 1 pengepresan ampas tahu
- SP2 = Selenoid Valve Pneumatik 2 pendorongan ampas kering
- SH1 = Selenoid Valve Hidrolik pencampur bahan fermentasi
- PH = Sensor pH

F. Desain Sistem Kendali

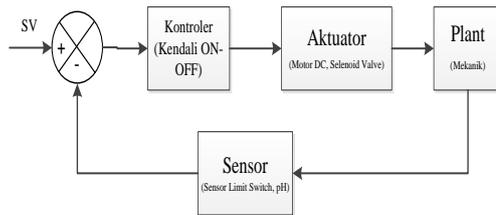


Figure 3.5 is a flow diagram on a mobile application.

Input tersebut berupa Ampas Tahu sehingga sistem akan bekerja, selanjutnya mikrokontroler akan mengolah data yang diperoleh, output mikrokontroler akan memberikan sinyal ke driver motor agar dapat bekerja untuk mengaktifkan motor dan kendali katup dapat bekerja untuk mengaktifkan pneumatik. Sensor limit switch sebagai feedback akan memberikan sinyal yang dilanjutkan ke mikrokontroler agar dapat menggerakkan motor dan menggerakkan pneumatik. Adapun kendali yang digunakan pada mikrokontroler ini adalah kendali ON-OFF.

G. Mechanical Design

Secara keseluruhan desain mekanik dari proyek alat pengolah apas rahu ini dapat dilihat pada **Gambar 3.6 Desain Mekanik**

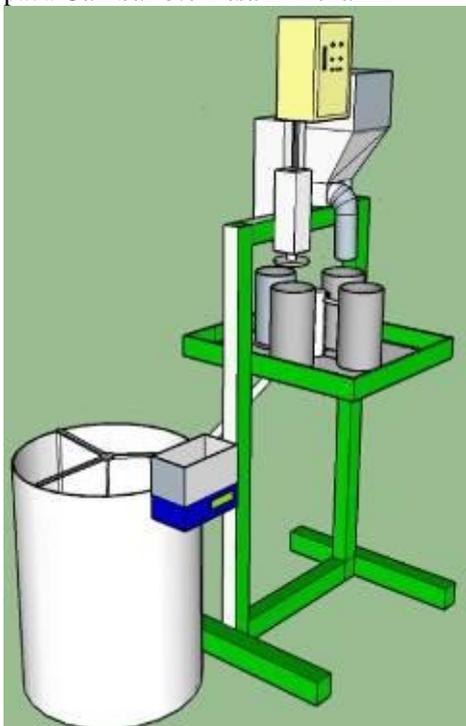


Figure 3.6 Mechanical Design

IV. TESTING

Pengujian sistem terbagi menjadi 3 bagian utama yaitu: Pengujian pneumatik, pengujian sensor pH, dan pengujian LCD.

A. Pengujian Sistem Pneumatik

Komponen utama pneumatik pada sistem ini adalah Solenoid Valve Pneumatik. Solenoid valve pada proyek ini memiliki spesifikasi tegangan sebesar 21V-26V. Tegangan ini diperoleh dari power supply 12V yang dihubungkan dengan modul step up 24V.



Figure 4 . 1 Solenoid Valve Pneumatik

Solenoid telah diuji dengan memberikan tegangan 24V. Pada saat on, katup terbuka sehingga silinder pneumatik akan mempress, sedangkan setelah kondisi off, katup solenoid tertutup sehingga silinder mengangkat kembali.



Gambar 4 . 2 Pengujian Sistem Pneumatik
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem Pneumatik

Input Kaki Solenoid Valve (V)	Keadaan Solenoid Valve	Keadaan Silinder Pneumatik
0	Tertutup	Menarik
24	Terbuka	Menekan

Hasil pengujian sistem pneumatik membuktikan sistem pada table berjalan sesuai spesifikasi

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengepresan Pneumatik

Percobaan	Berat awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Waktu (detik)
1	350	250	5,49
2	350	250	6,16
3	350	250	6,10
4	350	250	6,12

Tabel 4.3 Data Pengepresan Secara Konvensional

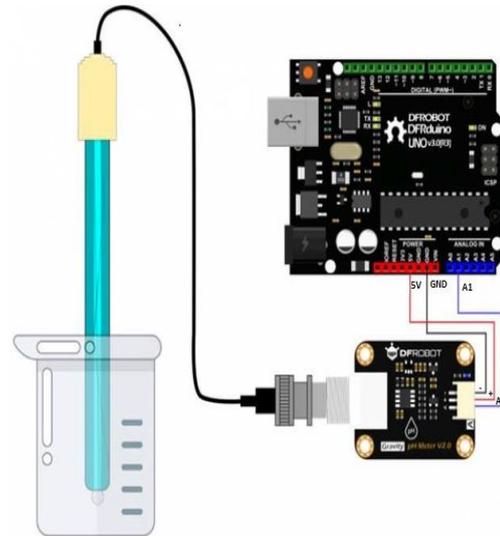
Berat awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Waktu (menit)
350	260	2,5
350	270	2

Berdasarkan table 4.2 dan 4.3 rata-rata lamanya waktu mengepres ampas tahu dengan pneumatik adalah 5.96 detik untuk menghasilkan cairan ampas tahu 100 gram. Sedangkan pengepresan secara konvensional rata-rata memakan waktu 135 detik untuk menghasilkan cairan ampas tahu 90 gram.

Sehingga perbandingan lama pengepresan antara pneumatik dengan konvensional adalah 5,96:135. Maka kecepatan pengepresan ampas tahu menggunakan alat ini 95,56% lebih cepat dibandingkan dengan cara konvensional.

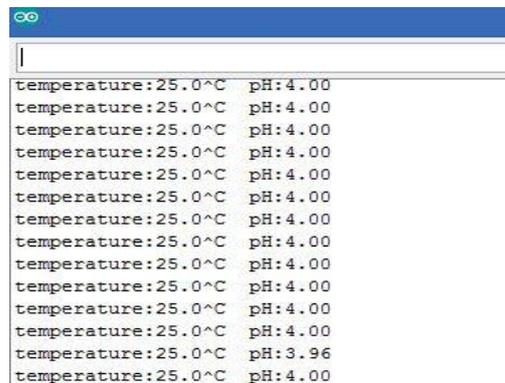
B. Pengujian Sensor pH

Sensor pH pada proyek akhir ini memiliki spesifikasi tegangan sumber 3,3V-5,5V; output analog 0-3V dan akurasi pengukuran ± 0.1 pada suhu ruangan sebesar 25°C. Sehingga pengukuran memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Berikut pada **Gambar 4.3** merupakan rangkaian pengujian sensor pH dengan menghubungkannya pada mikrokontroler.



Gambar 4.3 Rangkaian Pengujian Sensor pH

Percobaan Pertama, Sensor pH diuji dengan mengukur larutan buffer dengan pH 4 dan ditampilkan pada serial monitor. Hasilnya pengukuran pH memiliki error 0.04 setiap 5 detiknya. Sehingga sensor ini sesuai dengan yang diharapkan dan memiliki error yang lebih kecil dari spesifikasinya. Realisasinya dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah.



Gambar 4.4 Realisasi Rangkaian Pengujian Sensor pH mengukur Cairan Buffer pH4

Percobaan kedua, Sensor pH diuji dengan mengukur larutan buffer dengan pH 7 dan

ditampilkan pada serial monitor. Hasilnya pengukuran pH memiliki error 0.04 setiap 5 detiknya. Sehingga sensor ini sesuai dengan yang diharapkan dan imemiliki error yang lebih kecil dari spesifikasinya. Realisasinya dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah.



```

temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:6.96
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:6.96
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00
temperature:25.0^C pH:7.00

```

Gambar 4.5 Realisasi Rangkaian Pengujian Sensor pH mengukur Cairan Buffer pH7

Berikut Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian sensor pH

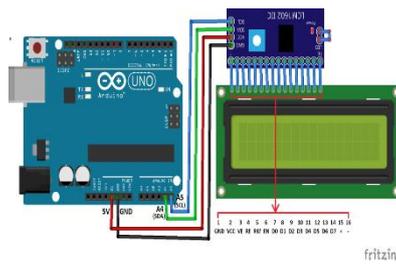
NO	Buffer	PH Terukur
1.	PH 4	7 ±0.04
2.	PH 7	4 ±0.04

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor pH

Berdasarkan Tabel 4.6, dari hasil pengukuran pH dengan error yang sangat kecil yaitu ±0.04, menjadikan pengukuran pH pada sistem ini memiliki keakuratan hingga 99,42857%.

C. Pengujian LCD

Komponen LCD 16x2 yang disertai modul I2C telah diuji dengan memberikan sumber tegangan sebesar 5V dari supply dan dihubungkan dengan pin SDA-SCL dari mikrokontroler.



Gambar 4.6 Rangkaian Pengujian I2C



Gambar 4.7 Realisasi Rangkaian Pengujian I2C

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tampilan LCD Melalui Modul I2C

Input Karakter dari Mikrokontroler Pengujian I2C	Output Tampilan LCD I2C Melalui I2C Pengujian I2C
Pengujian I2C	Pengujian I2C

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sumber Tegangan Modul I2C

Input Tegangan Sumber I2C (V)	Keadaan I2C
0	I2C OFF sehingga LCD Mati
5	I2C ON sehingga LCD Menyala

Hasilnya LCD 16x2 dapat menampilkan karakter huruf sesuai dengan program pada mikrokontroler. LCD ini nantinya akan menampilkan nilai hasil pengukuran pH dari pupuk cair organik yang telah diolah, sehingga kita dapat memonitoringnya

V. KESIMPULAN

Sistem yang dibuat dapat berfungsi dengan baik, yaitu kinerja dari sistem pneumatik yang kendalikan secara on/off sesuai dengan perancangan dan memiliki kecepatan pengepresan 95,56% lebih cepat dibandingkan

cara konvensional. Lalu, sistem ini memiliki sistem pengukuran pH dengan keakuratan yang sangat tinggi yaitu 99,42857. Selain itu, LCD pun telah mampu menampilkan karakter sesuai dengan perintah mikrokontroler. Namun, sistem ini belum 100% selesai karena bagian mekanik sedang dalam proses pengerjaan lebih lanjut. Maka dari itu sistem secara keseluruhan telah direalisasikan sebesar 70%.

REFERENCES

- [1] H. Yudianto, Modul Elektronika dan Mekatronika Pneumatika Dasar, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2017.
- [2] R. Abdurrahim, Modul I Sistem Kendali On-Off, Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [3] H. Wicaksono, Catatan Kuliah "Automasi 1", Jakarta: Universitas Kristen Petra.
- [4] [Anonim], Gravity: Analog pH Sensor/Meter Kit V2, DFRobot, 2018.
- [5] Faiz. 2018. "Alat Pemas Ampas Tahu dengan Optimasi Pengepresan Pneumatik Berbasis Mikrokontroler". Tugas Akhir. Teknik Elektro, D3-Teknik Elektronika, Politeknik Begeri Bandung.
- [6] Susanto, Wahyu dan Syariif. 2015. "Rancang Bangun Mesin Pengolah Tahu Nigarin Semi Otomatis". Jurnal Teknik Mesin. 4.1. Hal. 26-38
- [7] A. G. Fauzan, "Perancangan Alat Penyaring Otomatis Sari Pati Kedelai Pada Pembuatan Tahu Untuk Mengurangi Waktu Proses Dengan Metode Reverse Engineering," Nasbup Jadi, 2017.
- [8] I. d. Rahayuningsih, "Perancangan Alat Penyaring Tahu Secara Ergonomis," 1496-3941-1-PB, no. Seminar Nasional dan Gelar Produk, Oktober 2017.
- [9] L. H. S. d. W. P. Ig. Jaka Mulyana, "Perancangan Alat Penyaringan Dalam Proses Pembuatan Tahu," 652-924-1-SM, vol. 12, p. 30, Juni 2013.
- [10] Nakula, Erdhi. 2013. "Rancang Bangun Mesin Cetak Hot Press Pneumatik". JRM. 01.02. Hal. 6-10
- [11] Kurniawan, Riccy. 2008. "Rekayasa Rancang Bangun Sistem Pemindahan Material Otomatis dengan Sistem Elektro-Pneumatik". Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM. 2.1. Hal. 42-47
- [12] Moh Dahlan, dkk. 2013. "Prototipe Mesin Press Otomatis dengan Sistem Pneumatik Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) untuk Produksi Paving Blok Berstandar Nasional Indonesian (SNI)". Prosiding SNST ke 4. 16.1. Hal. 137-141
- [13] F. Kaswinarni, "Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu," Tesis, 2007
- [14] S. Septiyani, "Pemanfaatan Limbah Ampas Tahu sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)," Karya Ilmiah, 2013