

KONTROL MOTOR PADA PROSES ADSORPSI AIR SUMUR TERCEMAR DENGAN ARANG AKTIF MENGGUNAKAN METODE *PID*

Reksa Nugraha¹, Muhammad Rifa'i², Subiyantoro³

[Submission: 07-05-2021, Accepted: 30-05-2021]

Abstrak - Water is the most important substance in life after air. Technologies commonly used to deal with well water pollution are precipitation, ion exchange, reverse osmosis, and the addition of chemicals. However, this method is not effective because it can cause new pollution problems. Adsorption of metal content with activated charcoal is an alternative technology that can be developed. The purpose of this study was to determine the effect of variations in stirring speed on decreasing metal content in polluted well water with the adsorption method using activated charcoal from oil palm shells. With the correct value of stirring speed, the duration of contact and heating used, the decrease in metal content will also increase. The speed variations used are 25, 60, 80, and 100 rpm. The highest reduction percentage was obtained at a speed of 80 rpm.

Keywords: polluted water, activated charcoal, *PID*, DC motor, adsorption

Intisari - Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Teknologi yang umum digunakan untuk mengatasi pencemaran air sumur tersebut adalah presipitasi, pertukaran ion, reverse osmosis, dan penambahan bahan kimia. Namun cara ini tidak efektif karena dapat menimbulkan masalah pencemaran yang baru. Penyerapan kandungan logam dengan arang aktif merupakan teknologi alternatif yang dapat dikembangkan. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan pengadukan terhadap penurunan kadar logam pada air sumur tercemar dengan metode adsorpsi menggunakan arang aktif dari bahan cangkang kelapa sawit. Dengan nilai kecepatan pengadukan yang tepat, lama kontak dan pemanasan yang digunakan maka semakin meningkat pula penurunan kadar logam. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 25, 60, 80, dan 100 rpm. Persentase penurunan tertinggi didapatkan pada kecepatan 80 rpm.

Kata Kunci : air tercemar, arang aktif, *PID*, motor DC, adsorpsi

I. PENDAHULUAN

Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Selain itu, air juga digunakan untuk memasak, mencuci, mandi, dan membersihkan kotoran yang ada di sekitar. Sampai saat ini masyarakat masih banyak menggunakan sumur sebagai sumber persediaan air bersih, sebagai aktifitas dalam kehidupan sehari-hari dan sebagai

¹Reksa Nugraha adalah Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang email: reksanugraha.m@gmail.com

²Muhammad Rifa'i adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, email : muh.rifai@polinema.ac.id

³Subiyantoro adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang email: subiyantoro@polinema.ac.id

banyak yang sudah tercemar baik yang bersifat organik maupun anorganik sehingga air sumur pada masyarakat menjadi keruh. Air yang ideal harus mempunyai karak teristik seperti jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak mengandung zat kimia, tidak membahayakan kesehatan manusia, tidak meninggalkan endapan pada seluruh jaringan distribusinya, tidak korosif dan lain-lain. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya serta meluasnya penyakit bawaan air.[1] Teknologi yang umum digunakan untuk mengatasi pencemaran air sumur tersebut adalah presipitasi, pertukaran ion, reverse osmosis, dan penambahan bahan kimia. Namun cara ini tidak efektif karena dapat menimbulkan masalah pencemaran yang baru. Penyerapan kandungan logam dengan arang aktif merupakan teknologi alternatif yang dapat dikembangkan, sebab arang aktif yang digunakan memiliki kelebihan-kelebihan diantaranya mampu bekerja pada konsentrasi rendah, dan arang aktif juga salah satu adsorben yang paling populer untuk menghilangkan ion-ion logam, selain harganya murah dan mudah di dapat. beberapa polutan yang sering terlarut yaitu logam berat seperti Zn, Cu, Co, Mn, Hg, Cd, Pb, Cr dan Fe. Keefektifan arang aktif sebagai adsorben sangatlah baik dimana pengurangan seng (Zn), besi (Fe), dan tembaga (Cu) di air limbah industri menggunakan arang aktif komersial yang berasal dari kayu lokal. Adsorpsi logam menunjukkan dua parameter penting yaitu konsentrasi awal dan Ph larutan. Parameter ini memungkinkan untuk memaksimalkan jumlah logam teradsorpsi. Penelitian ini menunjukkan peranan karbon aktif untuk menghilangkan logam dalam air sumur, yakni sekitar 70% dari logam dapat teradsorpsi. Berdasarkan masalah yang terjadi, maka salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan merancang “ Kontrol Motor pada Proses Adsorpsi pada Air Sumur Tercemar dengan Arang Aktif menggunakan Metode *PID* “. Sehingga dengan adanya alat ini, diharapkan dapat mengatasi masalah air sumur yang tercemar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arang Aktif

Karbon aktif, atau sering juga disebut sebagai arang aktif, adalah suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar. Hal ini bisa dicapai dengan mengaktifkan karbon atau arang tersebut. Hanya dengan

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



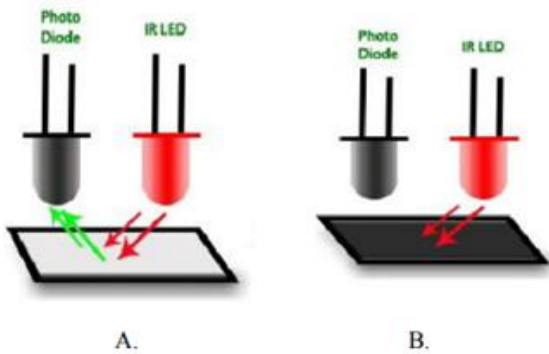
9 772356 053009

satu gram dari karbon aktif, akan didapatkan suatu material yang memiliki luas permukaan kira-kira sebesar 500 m² (didapat dari pengukuran adsorpsi gas nitrogen). Karena memiliki luas permukaan yang sangat besar, maka karbon aktif sangat cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan luas kontak yang besar seperti pada bidang *adsorpsi* (penyerapan), dan pada bidang reaksi dan katalisis. [2]

2.2 Sensor Kecepatan

Pada Gambar 1A dan 1B adalah desain photodiode untuk memberikan output photodiode agar dapat berlogika low atau logika high dikarenakan adanya warna permukaan yang berfungsi untuk mamantulkan cahaya dari led sebagai transmitter.

Gambar 1A *photodiode* dipasang bersebelahan antara *photodiode (reciver)* dan led (*transmitter*). Photodiode dihadapkan dengan kertas berwarna putih agar dapat memantulkan cahaya dari led untuk dipancarkan ke photodiode sehingga output dari *photodiode* berlogika low sedangkan pada Gambar 1B kertas berwarna hitam agar cahaya dari led tidak dapat memantul sehingga *photodiode* tidak dapat menerima cahaya dari led dan akan berlogika high. [3]



Gambar 1 Prinsip Kerja Sensor PhotoDiode[4]

2.3 Agitator Baling-baling (Propeller)

Propeler merupakan *agitator/impeller* aliran aksial berkecepatan tinggi untuk zat cair berviskositas rendah. Propeler 3 blade (berdaun 3) memiliki diameter pengaduk 45 mm, sedangkan untuk yang 4 blade berdiameter 50 mm. Kecepatan motor penuh adalah 2000 rpm (putaran per menit). [5]



Gambar 2. Bentuk Fisik *Agitator* Baling-baling[6]

2.4 DC Motor

DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. [7]. Pada alat penelitian dan pengembangan ini menggunakan DC motor *power window*. Spesifikasi motor dapat dilihat pada tabel I.

TABEL I.
TABEL SPESIFIKASI DC MOTOR[8]

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Type	universal
2.	Maks. Daya	100 W
3.	Torsi	8 Nm
4.	Maks. RPM	100 r/min
5.	Maks. Arus	2.8 A
6.	Maks. Tegangan	150

2.5 Mikrokontroler Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat berfungsi sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz *osilator* Kristal, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya dapat terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya[9].

Berikut in adalah spesifikasi dari Arduino Uno:

TABEL II.
TABEL SPESIFIKASI ARDUINO [10]

No	Mikrokontroler	ATMega328
1.	Operasi Voltage	5V
2.	Input Voltage	7 - 12V (Rekomendasi)
3.	Input Voltage	6 - 20V (limits)
4.	I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
5.	Arus	50 mA
6.	Flash Memory	32 KB
7.	Bootloader	SRAM 2 KB
8.	EEPROM	1 KB
9.	Kecepatan	16 MHz

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan perangkat *display* yang paling umum dipasang ke *mikrokontroler*, mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuan menampilkan karakter atau grafik yang lebih baik dibandingkan *display 7 segment* ataupun *alphanumeric*[11].

2.7 Sistem Kontrol PID (Proportional Integral Derivatif)

Kontroler PID merupakan kontroler mekanisme umpan balik. Sebuah kontroler PID secara kontinyu menghitung nilai kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dan



variable proses terukur[12]. Kontroler mencoba untuk meminimalkan nilai kesalahan setiap waktu dengan penyetelan *variabel kontrol*, seperti posisi keran kontrol, damper, atau daya pada elemen pemanas, ke nilai baru yang ditentukan oleh jumlahan:

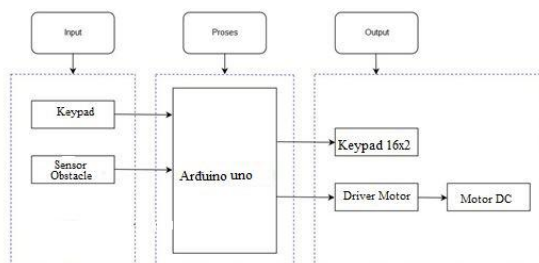
$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

dengan K_p , K_i , dan K_d , semuanya positif, menandakan koefisien untuk kontrol proporsional, integral, dan derivatif, secara berurutan (atau P , I , dan D). Pada model ini,

- P bertanggung jawab untuk nilai kesalahan saat ini. Contohnya, jika nilai kesalahan besar dan positif, maka keluaran kontrol juga besar dan positif.
- I bertanggung jawab untuk nilai kesalahan sebelumnya. Contoh, jika keluaran saat ini kurang besar, maka kesalahan akan terakumulasi terus menerus, dan kontroler akan merespon dengan keluaran lebih tinggi.
- D bertanggung jawab untuk kemungkinan nilai kesalahan mendatang, berdasarkan pada rate perubahan tiap waktu.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Prinsip kerja dari sistem penjernihan air dengan metode *adsorpsi* dimulai dengan memasukkan air sumur tercemar dan arang aktif pada tangki, kemudian ketika sistem sudah dalam kondisi ON, mulai mengatur kecepatan motor, sensor kecepatan akan mendeteksi putaran motor kemudian hasil pembacaan akan diolah oleh Arduino Uno dan ditampilkan pada LCD.

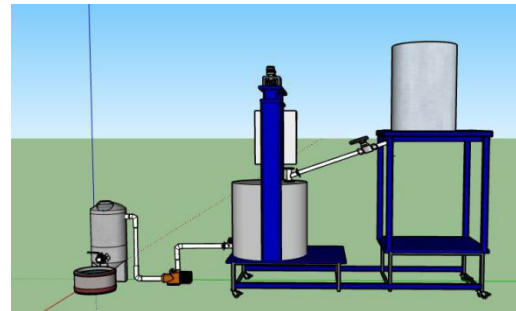
Data putaran dari hasil pembacaan sensor yang di olah Arduino Uno akan di bandingkan dengan set point kecepatan motor yang telah ditentukan melalui program Arduino Uno.

Apabila kecepatan motor hasil pembacaan sensor kurang dari setpoint maka Arduino Uno akan

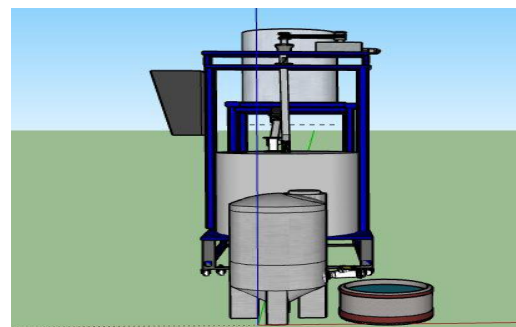
memerintah motor untuk memutar lebih cepat melalui *Duty Cycle* agar kecepatan motor naik dan sesuai *setpoint*. Namun apabila kecepatan hasil pembacaan sensor lebih tinggi di bandingkan dengan setpoint yang telah ditentukan maka Arduino Uno akan memerintahkan motor untuk berputar lebih lambat agar kecepatan turun sesuai dengan setpoint. Dan apabila kecepatan hasil pembacaan sensor telah sesuai dengan setpoint maka Arduino Uno akan memerintahkan motor agar tetap pada putaran tersebut.

3.2 Desain Mekanik

Gambar mekanik keseluruhan:



Gambar 4. Gambar Mekanik Tampak Depan

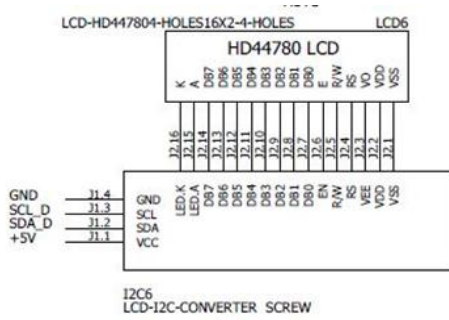


Gambar 5. Gambar Mekanik Tampak Samping

3.3 Perancangan Rangkaian LCD

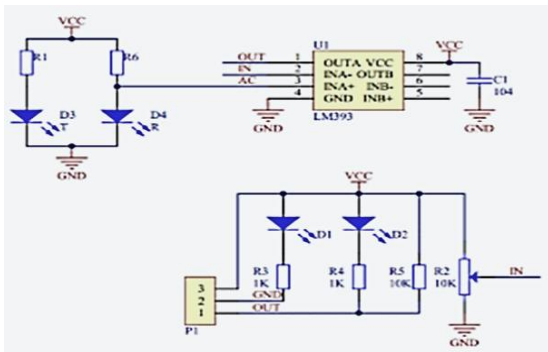
Berfungsi untuk menampilkan karakter berupa angka dan huruf, serta memberikan informasi dari suatu sistem. Disini LCD berfungsi untuk menampilkan kecepatan Motor pengaduk *stirrer* (dalam rpm) ketika *system* berjalan, menampilkan setpoint kecepatan yang diinginkan. Skematik rangkaian LCD yang dihubungkan pada I2C (*Intergrated Circuit*) dapat dilihat pada gambar, I2C berfungsi untuk menghemat penggunaan pin pada Arduino Uno.





Gambar 6. Rangkaian LCD

3.4 Perancangan Rangkaian Sensor Kecepatan



Gambar 7. Rangkaian Sensor Kecepatan

Seperti gambar 7 merupakan rangkaian dasar dari sensor photodiode, pada kondisi awal LED sebagai transmitter cahaya akan menyinari photodiode sebagai receiver sehingga nilai resistansi pada sensor photodiode akan minimum dengan kata lain nilai Vout akan mendekati logika 0 (low). Sedangkan pada kondisi kedua cahaya pada LED terhalang oleh permukaan hitam sehingga photodiode tidak dapat menerima cahaya dari led maka nilai resistansi R1 maksimum, sehingga nilai Vout akan mendekati Vcc yang berlogika 1 (high). Adapun rumus perhitungan untuk menghitung nilai dari Vout photodiode ataupun untuk menghitung nilai resistansi dari photodiode tersebut yaitu : 6 persamaan 1 menghitung nilai resistansi photodiode Vout = Rphotodiode / (Rphotodiode + R2) x Vin keterangan :

Vin = tegangan masukan pada rangkaian sensor photodiode

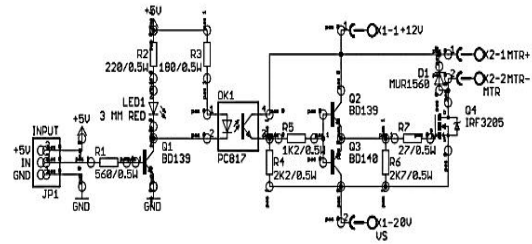
Vout = tegangan keluaran pada rangkaian sensor photodiode

Rphotodiode = resistansi dari photodiode R2 = resistansi resistor pada rangkaian sensor photodiode. Adapun aplikasi dari rangkaian sensor photodiode yang telah dijelaskan sebelumnya. Modul rangkaian sensor Photodiode yang digunakan adalah 3 pin yang memiliki fungsi berbeda.

3.5 Perancangan Rangkaian Driver DC motor

Berfungsi untuk menggerakkan motor DC pada proses adsorpsi, untuk menggerakkan motor DC diperlukan tegangan maksimum 12 VDC dan arus maksimum 10 Ampere (pada

saat starting motor arus menjadi 2-3 kali lipat) oleh karena itu digunakan mosfet IRF3205. Berdasarkan datasheet, Mosfet IRF3205 memiliki tegangan maksimum 55V dan arus drain 110A. Disini 12 VDC diperoleh dari Power Supply 12V.



Gambar 8. Rangkaian Driver DC Motor

Optocoupler jenis PC817 digunakan pada driver motor DC ini sebagai komponen yang berfungsi men-trigger MOSFET IRF3205, untuk memutar motor DC. Kaki anoda atau kaki nomor 1 PC817 diberi masukan berupa duty cycle dari digital I/O pada pin Arduino Uno . kemudian dihubungkan dengan resistor 220Ω, dan kaki katoda PC817 dihubungkan dengan GND Arduino Uno. Rangkaian driver motor DC ini menggunakan R1 560 Ω, R2 180 Ω, R3 180 Ω, R4 2.2K Ω, R5 1.2k Ω, R6 2.7K Ω, dan R7 27 Ω dengan perhitungan berikut ini:

1) BD139 (2)

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = 10$$

$$I_c = 100 \text{ mA} > (16 \text{ mA} + 20 \text{ mA})$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{100 \text{ mA}}{10} = 10 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{V_{\text{Arduino}}}{I_b} = \frac{5 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 500 \Omega \approx 560 \Omega$$

2) LED

$$I_F = 16 \text{ mA}$$

$$V_F = 1.8 \text{ V}$$

$$R_2 = \frac{V_{\text{Arduino}} - V_F}{I_F} = \frac{(5 - 1.8) \text{ V}}{16 \text{ mA}} = 200 \approx 220 \Omega$$

3) PC817

$$I_F = 20 \text{ mA} \rightarrow V_{ce} = 1 \text{ V}$$

$$I_c = 15 \text{ mA}$$

$$V_F = 1.4 \text{ V}$$

$$R_3 = \frac{V_{\text{Arduino}} - V_F}{I_F} = \frac{(5 - 1.4) \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 180 \Omega$$

$$R_4 = \frac{V_s - V_{ce}}{I_c} = \frac{(12 - 1) \text{ V}}{15 \text{ mA}} = 2,2 \text{ k}$$

$$R_5 = \frac{V_s - V_{ce}}{I_b} = \frac{(12 - 1) \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 1,1 \text{ k} \approx 1,2 \text{ k}$$

4) BD139 & BD140

$$I_B = 10 \text{ mA}$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_B} = 10$$

$$I_c = \beta \cdot I_B = 10 \cdot 10 \text{ mA} = 100 \text{ mA} \rightarrow \text{Maksimal}$$

$$R_6 = \frac{V_s - V_{ce}}{I_{R6}} = \frac{(12 - 0,5) \text{ V}}{5 \text{ mA}} = 2,3 \text{ k} \approx 2,7 \text{ k} \Omega$$

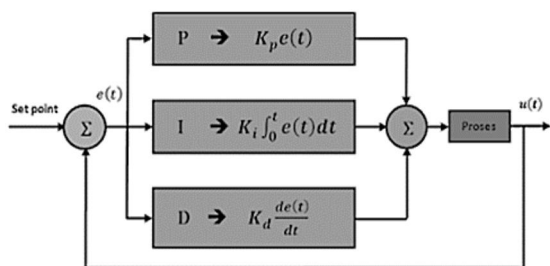
5) IRF3205



$R_7 \rightarrow$ Tidak ada ketentuan, rata-rata menggunakan 27Ω
 di datasheet 25Ω
 $V_{GS} = V_S - V_{ce} = (12 - 0.5)V = 11.5 V$
 $I_{Motor} = I_D = 10 A \rightarrow V_{DS} = 0.1 V$
 Dengan:
 $V_F =$ Forward Voltage pada PC817 (Volt)
 $I_F =$ Forward Current pada PC817 (mA)
 $V_S =$ Tegangan Sumber yang diberikan ke collector PC817 (Volt)
 $V_{ce} =$ Forward Voltage pada collector-emitter BD139 (Volt)
 $V_{GS} =$ Tegangan antara Gate dan Source Mosfet
 $I_D =$ Arus yang mengalir melewati Drain Mosfet
 $V_{DS} =$ Tegangan antara Drain dan Source Mosfet ketika ada arus I_D

3.6 Perancangan Kontrol PID

Berfungsi untuk meningkatkan kestabilan pengontrolan dan mempercepat tanggapan dari sistem, peningkatan kestabilan sistem kontrol diperoleh dari penurunan overshoot. Jika terjadi perubahan sinyal pengukuran maka keluaran pengontrol dengan *proporsional bellow* tidak terhubung langsung tetapi katup yang akan memperkecil aliran ke arah *proporsional bellow*.



Gambar 9. Blok Diagram Perancangan

Variasi angka-angka yang dimasukkan sebagai nilai K_p , K_i , K_d mempertimbangkan sifat dari respon system. Dikarenakan metode ini tidak dapat memberikan jaminan kebenaran terhadap nilai yang dihasilkan maka dilakukan validasi terhadap masing-masing variasi nilai K_p , K_i , K_d dengan melihat respon sistemnya kemudian dianalisa mana yang mampu menghasilkan respon sistem yang terbaik. Nilai K_p , K_i , K_d yang mampu menghasilkan respon sistem terbaik, maka nilai tersebut yang digunakan. Pemograman kontrol PID yang digunakan yaitu metode *adaptive tuning*. Dalam *adaptive tuning* terdapat dua kondisi yang ditetapkan yaitu jauh atau dekat nilai *output* sensor dari *set point* yang telah ditentukan. Nilai K_p , K_i , K_d terhadap dua kondisi tersebutpun akan berbeda-beda. Kondisi pertama apabila *output* jauh dari *set point* didapatkan sedangkan kondisi kedua apabila *output* dekat dengan *set point*.

IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian LCD

Pengujian rangkaian LCD 16x2 dilakukan dengan menghubungkan pin-pin pada LCD ke I2C, kemudian 4 pin keluaran I2C dihubungkan ke *Arduino Uno*. Berikut adalah tampilan karakter pada LCD yang sudah terprogram. Program pada *Arduino Uno* menampilkan kalimat “REKSA NUGRAHA POLINEMA 2019 dan ADSORPTION MIXER”.



Gambar 10. Tampilan LCD “REKSA NUGRAHA”



Gambar 11. Tampilan LCD “ADSORPTION MIXER”

4.2 Pengujian Sensor Kecepatan

Pengujian rangkaian sensor kecepatan dilakukan dengan menghubungkan pin-pin pada sensor kecepatan, kemudian 3pin dihubungkan ke *Arduino Uno*. Pin (+) pada sensor kecepatan di hubungkan ke probe COMP Osiloskop dan pin GND sensor kecepatan di hubungkan ke probe ground pada Osiloskop.



Gambar 12. Pengujian Sensor Kecepatan



Hasil pengujian sensor kecepatan dapat diketahui bahwa sensor kecepatan telah memenuhi spesifikasi sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan yaitu dengan menguji tegangan keluaran dan pulsa pada *osiloskop* saat sensor bekerja dan diketahui tegangan yang di hasilkan adalah 5V.

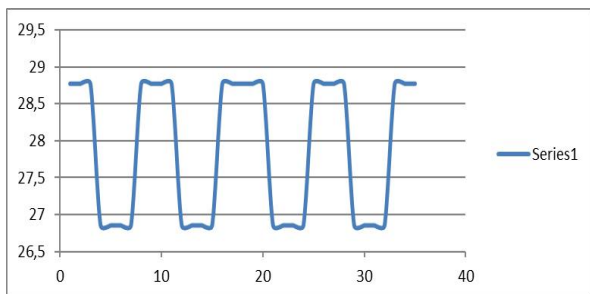
TABEL III
 HASIL PENGUJIAN SENSOR KECEPATAN

No	Sensor rpm	Tacho	Error
1	17.3	17.5	1.14%
2	26.9	26.5	-1.5%
3	39.3	39.6	0.75%
4	49.9	49.5	-0.80%
5	59.2	59.5	0.50%
6	65.2	65.7	0.76%
7	70	70.6	0.84%
8	74.8	74.7	-0.13%

Pengujian sensor kecepatan dilakukan dengan cara menemukan error sensor, diperoleh dari perbandingan hasil sensor terhadap kecepatan Motor pengaduk yang tertampil pada LCD 16x2 dengan alat ukur kecepatan tachometer. Hasil pengujian sensor kecepatan membuktikan bahwa terdapat perbedaan hasil sensor dengan *tachometer*. Rata-rata dari *error* setiap pembacaan sensor terhadap perubahan adalah 1,2%. Hal ini menunjukkan bahwa *error* tersebut masih dapat ditoleransi dan sensor kecepatan tersebut layak digunakan. Selain itu, hasil sensor yang tertampil pada LCD tidak dapat menampilkan nilai yang pasti, selalu berubah-ubah namun pada *range* tertentu. Hasil pada tachometer juga demikian. Hal ini yang menyebabkan terjadinya *error* namun tidak terlalu besar.

4.3 Analisa Data

Untuk mengetahui bahwa sisitem alat ini bekerja dengan baik maka, dilakukanlah pengambilan data percobaan.



Gambar 13. Grafik pengujian metode Osilasi PID

Pada gambar 13 adalah hasil respon motor stirrer . Dari grafik tersebut dapat ditemukan *osilasi* tersebut, maka nilai P_u yang telah diperoleh 4,152. Dengan diperolehnya nilai K_u dan P_u , nilai K_p , K_i dan K_d , di dapatkan data:

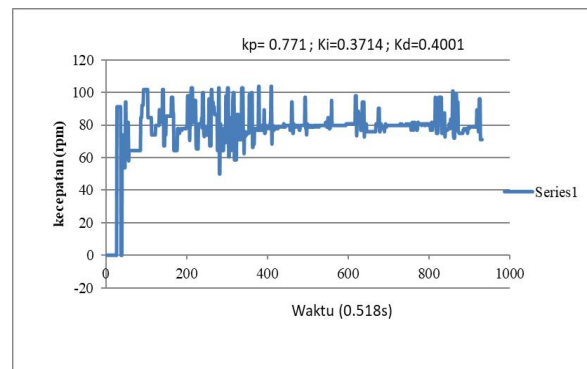
$K_p=0,771$

$T_i=2,076$ second

$K_i=0,37187$

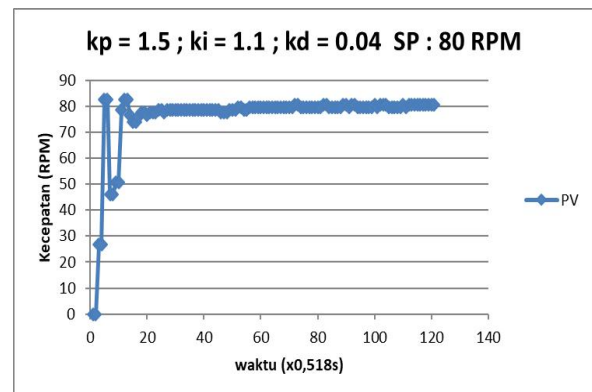
$K_d=0,400149$

Dengan diperolehnya nilai K_p , K_i , dan K_d , ketiga nilai tersebut dimasukkan kedalam program kembali dan dilihat melalui grafik respon yang dihasilkan nantinya sesuai dan dapat menjadi sistem menjadi stabil.



Gambar 14. Grafik respon Motor pengaduk metode PID Ziegler-nichols

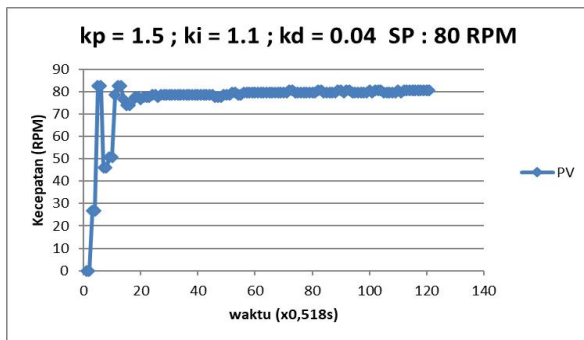
Pada gambar 14 menunjukkan bahwa kecepatan motor stirrer dalam proses pengadukan air tercemar dengan kontrol tanpa beban memiliki maximum peak (M_p) 101 rpm dengan peak time (T_p) 47,6 s, kemudian menuju setpoint pada (T_s) 213,02 s dengan 81 rpm. Selain pada grafik juga menunjukkan bahwa kecepatan putar motor stirrer dalam proses adsorpsi air tercemar waktu steady state tidak tepat pada setpoint 80 rpm, namun selalu beresilasi.



Gambar 15. Grafik respon motor pengaduk menggunakan metode PID Trial and error

Pada gambar 15 menunjukkan bahwa kecepatan motor stirrer pada proses pengadukan air tercemar dengan kontrol tanpa beban memiliki maximum peak (M_p) 82,4 rpm dengan peak time (t_p) 2,07 s, kemudian menuju setpoint pada 8,82 s dengan kecepatan 78 rpm. Selain itu pada grafik juga menunjukkan bahwa kecepatan putar motor stirrer pada pengadukan proses adsorpsi air tercemar waktu steady state tidak tepat pada setpoint 80 rpm, namun selalu beresilasi antara 77 rpm hingga 81 rpm.





Gambar 16. Grafik hasil percobaan system keseluruhan dengan beban

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan semakin tinggi setpoint yang digunakan maka Percent Overshoot semakin besar dan respon system semakin lambat. Dikarenakan pengaruh beban membuat sistem melambat tetapi pada saat percobaan menggunakan setpoint 80 waktu menuju setpoint lebih cepat 13,5 detik dari setpoint sedikit lambat 100 dan PO selisih 2,71% meskipun rise time pada setpoint 80 sedikit lambat yaitu 5,19 s, sedangkan setpoint 100 di dapat 3,32s. Namun keseluruhan pengujian ini menunjukkan kontrol PID bekerja meskipun di beri gangguan beban respon sistem sedikit melambat.

Disini didapatkan suatu analisis bahwa setpoint yang diberikan sangat berpengaruh terhadap respon sistem. Pada setpoint yang berbeda, respon sistem berpengaruh pada kestabilan motor yang berbanding lurus dengan hasil yang didapat. Dan hasil adsorpsi berbeda dikarenakan pada saat setpoint 100 RPM proses adsorpsi kurang maksimal sehingga belum menghasilkan air dengan kondisi yang baik, karena kecepatan aduk yang terlalu cepat membuat ikatan antara *adsorben* dan adsorbat terlepas. Sedangkan di setpoint 80 RPM memerlukan waktu adsorpsi agak lama, tetapi mendapatkan hasil yang maksimal dan air layak untuk digunakan. Selain itu didapatkan hasil bahwa menggunakan metode PID dalam proses pengadukan sangat berpengaruh pada kecepatan motor dalam mencapai setpoint dan menjaga kestabilan kecepatan motor di RPM tersebut.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari semua data yang didapatkan bahwa :

1. Hasil yang diperoleh pada proses filtrasi air sumur tercemar dengan metode kontrol melalui cara diaduk, dipanaskan dan ditambahkan arang aktif jauh lebih baik dibandingkan dengan metode filtrasi lainnya.
2. Hasil Adsorpsi air sumur tercemar pada kecepatan aduk 100 rpm kurang maksimal dibandingkan adsorpsi pada kecepatan aduk 80 rpm, karena kecepatan aduk yang terlalu cepat membuat ikatan antara adsorben dan adsorbat terlepas.
3. Dengan mengimplementasikan metode PID (Proportional Integral Derivative) dengan parameter $K_p = 1,15$ dan $K_i = 1,1$ dan $K_d = 0,04$, pada Motor DC pengaduk, metode PID mampu mempercepat sistem menuju setpoint yang ditentukan jika tanpa

beban. meskipun respon melambat kinerja dari PID mampu membuat system stabil pada setpoint yang di tentukan.

4. Dengan menggunakan kontrol pid, waktu yang diperlukan untuk adsorpsi relatif lebih lama, namun hasil adsorpsi yang diperoleh lebih baik dibandingkan hasil tanpa kontrol.

5.2 Saran

1. Dari segi mekanik, sebaiknya perlu pully belt yang lebih elastis, agar lebih mempermudah putaran dari motor DC yang berfungsi sebagai pengaduk.
2. Untuk menghasilkan hasil adsorpsi yang maksimal, kecepatan motor DC harus konstan dan sinkron dengan proses pemanas agar mendapatkan hasil yang maksimal.
3. Dari segi software, perlu adanya metode kontrol lain sebagai perbandingan apakah metode baru yang digunakan lebih baik atau kurang baik dibandingkan metode PID (*Proportional Integral derivative*) yang digunakan saat ini.

REFERENSI

- [1] Aswar tahad, Ari susandy sanjaya (2017), *Penentuan laju reaksi adsorpsi kandungan logam dengan arang aktif dari cangkang kelapa sawit*, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Mulawarman
- [2] Muhammad fadilah (2016), Efektivitas penambahan arang aktif cangkang kelapa sawit dalam proses filtrasi air, jurnal Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat STIKES Hang Tuah Pekanbaru
- [3] Bilshop, *Dasar-dasar Elektronika*, terj. Irzam Harmein, 2004: 45-46)
- [4] Elektronika-dasar.web.id"sensor photodiode".2012[3] Albert, P. Malvino. 1994. *Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika*. Penerbit Erlangga.
- [5] Sirajuddin, Muhammad Syahrir, Irmawati Syahrir (2017), OPTIMASI KECEPATAN PENGADUKAN PADA PROSES ADSORPSI LIMBAH CAIR, Teknik elektro Politeknik Negeri Samarinda
- [6] Isna Syauqiah, Mayang Amalia, Hetty A.Kartini (2011), ANALISIS VARIASI WAKTU DAN KECEPATAN PENGADUK PADA PROSES ADSORPSI LIMBAH LOGAM BERAT DENGAN ARANG AKTIF,
- [7] Raga Sapdhie Wiyanto (2010), Desain Kontrol PID untuk mengatur Kecepatan Motor DC pada electrical continuously variable transmission (ECVT), Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [8] Antoni, Roza, dkk. 2008. "Perancangan Sistem Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Zig Bee Pro Berbasis Arduino Uno Atmega 328P". Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji
- [9] Datasheet Arduino Uno, Radiospares, Radionics.
- [10] Datasheet Arduino Uno, Radiospares, Radionics.
- [11] Arief, Ulfah Mediaty. 2011. *Pengujian Sensor Ultrasonik PING Untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air*. Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS. Volume 09/No. 2/Mei-Agustus/2011.
- [12] Machrus Ali (2012), Kontrol Kecepatan Motor DC Menggunakan PID Kontroler, Teknik Elektro Universitas Darul Ulum

Foto kontrol motor pada proses adsorpsi air sumur tercemar dengan arang aktif menggunakan metode pid





Foto 1 *Agitator Baling-baling (Propeller)*



Foto 2 *Penempatan Posisi Agitator Baling-baling (Propeller)*



Foto 3 *Percobaan Alat*

