Design Alat *Monitoring pH Levels* Limbah Cair Hasil Tambang Batubara Berbasis Arduino Uno

Wahyu Dwi Reza[1)], Feranita[2)], Nurhalim[2)]
[1)]Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, [2)]Dosen Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, Riau 28293
Email : wahyu.dwireza@student.unri.ac.id

ABSTRACT

In coal mining, to check the pH content of water in liquid waste from coal mining, mining workers mostly use the conventional method, namely by periodically measuring using a digital pH meter or litmus paper. Manual pH reading system makes handling slow. Based on these reasons the research designed a device that can monitor the pH value, the working principle of this tool is that the pH electrode is inserted into the sample solution and then the electrode detects the sample solution and will change the electrical signal where the output will be amplified by an amplifier circuit in the form of an analog voltage and will be converted. by Arduino Uno, analog data is converted into digital data or ADC (Analog To Digital Convertion) so that the results will be displayed on an LCD that is equipped with I2C. And this tool is also equipped with RTC (Real Time Clock) so that it can display the time when data collection on the pH level of the waste. The tool that is designed has an error percentage of the pH meter manufacturer of 0.4969%. By using this tool the authors conclude with 0.4 grams of lime (CaO) on the prototype or 480 kg in real conditions with a ponds area of 600 m3 can reduce the voltage output on the ph sensor from 3.25 V to 2.56 V so that the pH value increases. from 2.73 to 7.61 in pond 4 or dump ponds.
Keywords: Coal waste, pH, Arduino Uno, ADC, voltage, chalk (CaO)

I. PENDAHULUAN

Pertambangan batubara merupakan industri yang memberikan banyak keuntungan bagi negara kita, diantaranya adalah memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menambah devisa negara. Namun keberadaan pertambangan batubara ini sering kali tidak disertai dengan penanganan yang baik terhadap limbahnya sehingga mengakibatkan terjadi penurunan kualitas lingkungan yang tidak hanya dirasakan oleh masyarakat sekitar lokasi pertambangan tersebut tetapi juga oleh kehidupan akuatik yang terdapat dalam badan air penerima.

Salah satu dampak negatifnya yang perlu diwaspadai adalah keberadaan air asam tambang. Air asam tambang ini potensial mengakibatkan pencemaran air dan menurunnya kualitas tanah untuk proses revegetasi.

Pencemaran lingkungan oleh limbah hasil tambang batubara ini merupakan hal yang harus diperhatikan dengan baik dan ditangani dengan cepat, tepat dan benar. Maka pada tugas akhir ini penulis akan merancang alat yang dapat memonitoring kadar pH limbah cair tersebut agar diidentifikasi apakah sifat dari limbah cair ini sudah memenuhi syarat kelayakan, jika tidak maka harus mendapatkan penangganan yang tepat suapaya tidak terjadi pencemaran dan kerusakan lingkungan disekitarnya seperti pemberian kapur pada limbah agar sifat air asam bisa dinetralkan. Sebelumnya alat ini sudah ada tetapi hanya mengukur secara manual dan harga alat ukur yang cukup mahal. Dan pada alat ini dapat digunakan untuk memonitoring kualitas limbah cair batubara secara *real time* dengan rentang waktu pengambilan data sesuai yang telah ditentukan.

Pinsip kerja pada alat ini adalah mengkonversi tegangan menjadi nilai pH dengan tegangan *input* sebesar 5 Volt dari catu daya solar sel atau baterai 9 V. Pada penelitian

ini penulis juga akan menjelaskan system algoritma dari desain alat. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat mengurangi pekerjaan untuk mengukur baku mutu secara manual menjadi otomatis.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Limbah Cair Batubara

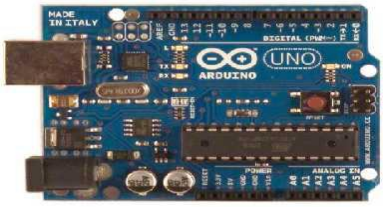
Air limbah usaha kegiatan pertambangan batubara adalah air yang berasal dari kegiatan penambangan batubara dan air buangan yang berasal dari kegiatan pengolahan/pencucian batubara. Air limbah yang sudah tidak bisa diolah lagi biasanya akan dibuang ke tempat pembuangan. Proses pembuangan ini akan berpengaruh buruk bagi lingkungan sekitar jika baku mutu air limbah batu bara tersebut terlampaui. Baku mutu air limbah batubara adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemaran yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah batu bara yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan. Pada tabel.1 menguraikan parameter-parameter yang ada pada limbah batu bara (Nugeraha, 2010).

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batu Bara

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6-9
Residu Tersuspensi	mg/l	400
Besi (Fe) Total	mg/l	7
Mangan (Mn) Total	mg/l	4

2.2 Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik (Ihsanto & Hidayat, 2014). Berikut adalah gambar dari Arduino Uno dapat dilihat dari gambar 1.



Gambar 1. Arduino UNO (Ihsanto & Hidayat, 2014)

Berikut adalah fitur dari Arduino Uno pada gambar 1 yang dapat diliat pada table 2 dibawah.

Tabel 2. Fitur Arduino Uno (Putera & D.H.F.M, 2017)

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan *input* yang disarankan	7-12V
Batas tegangan *input*	6-20V
Jumlah *pin* I/O digital	14 (6 di antaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah *pin input* analog	6
Arus DC tiap *pin* I/O	40 mA
Arus DC untuk *pin*	3.3V 50 mA
Memori Flash	32 KB (ATmega328), sekitar 0.5 KB

2.3 Sensor pH

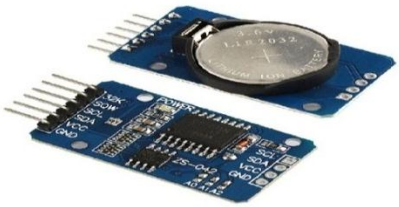
Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen. Sensor pH akan mengukur potensial listrik antara *merkuri Cloride* (HgCl) pada elektroda pembanding dan *potassium chloride* (KCl) yang merupakan larutan didalam gelas *electrode* serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang ekuivalen yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH (Mappa, 2015).

Berikut adalah gambar dari sensor pH dapat dilihat pada gambar 2.

Gambar 2. Sensor pH (Mappa, 2015)

2.4 RTC DS3231 (Real Time Clock)

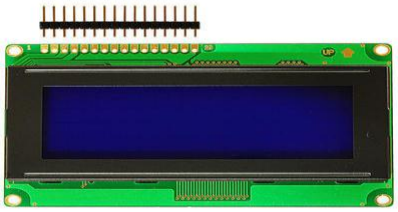
RTC (*Real Time Clock*) merupakan chip IC yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-*ON*-kan pada modul terdapat sumber catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal (Kusumawati & Wirianto 2018). Berikut bentuk RTC (*Real Time Clock*) pada Gambar 3.



Gambar 3. RTC DS3231 (Kusumawati & Wirianto 2018).

2.5 Liquid Cristal Display (LCD)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. *LCD (Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*, bentuk LCD dapat diliatpadagambar 4 (Syahwil, 2013).



Gambar 4. *LCD 16X2* (Syahwil, 2013).

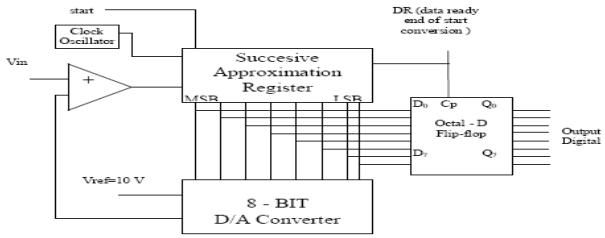
2.6 *Analog To Digital Converter*

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog (sinyal kontinyu) menjadi sinyal digital. Perangkat ADC (*Analog to Digital Converter*) bisa berbentuk suatu modul atau rangkaian elektronika maupun suatu chip IC. ADC berfungsi untuk menjembatani pemrosesan sinyal *analog* oleh sistem *digital* (Pratama & Setiawan, 2018).

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal *analog* ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal *input* tegangan *analog* dan tegangan system dapat dicari dengan menggunakan persamaan 1 dibawah ini (Pratama & Setiawan, 2018).

$$Nilai\ ADC = \frac{\text{Re}\,solusi\ ADC}{V\ ref} x V\ in \qquad (1)$$

ADC terdiri dari beberapa jenis salah satunya SAR (*Successive Aproximation Register*) ADC. Berikut adalah gambar SAR ADC dilihat pada gambar 5 dibawah.



Gambar 5. Blok Diagram SAR ADC (Hidayat & Syarippudin 2015)

Pada gambar 5 ditunjukkan diagram ADC jenis SAR, Yaitu dengan memakai konVigurasi yang hampir sama dengan *Counter Ramp* tetapi dalam melakukan *trace* dengan cara *tracking* dengan mengeluarkan kombinasi bit MSB = 1 seperti 1000 0000. Apabila belum sama (kurangdari tegangan *analog input* maka bit MSB berikutnya = 1 seperti 1100 0000) dan

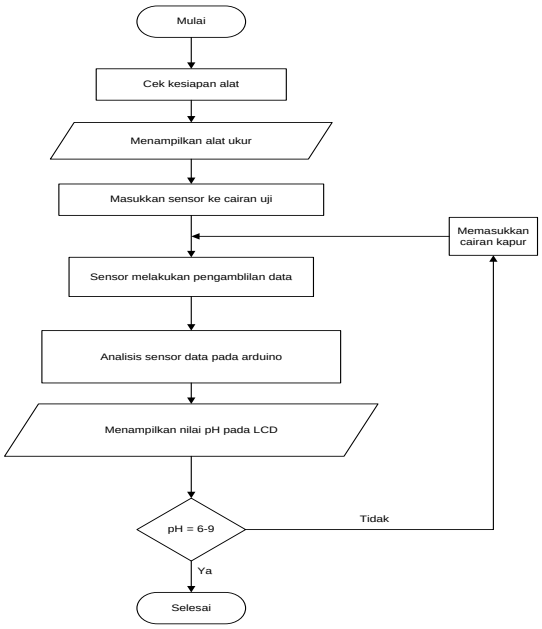
apabila tegangan analog input ternyata lebih kecil dari tegangan yang dihasilkan DAC maka langkah berikutnya menurunkan kombinasi bit 10100000. Untuk mempermudah pengertian dari metode ini diberikan contoh seperti pada *timing* diagram gambar 2.10. Misal diberi tegangan *analog input* sebesar 6,84 Volt dan tegangan referensi ADC 10 Volt sehingga apabila keluaran tegangan sbagai berikut (Hidayat & Syarippudin 2015) :

Jika D7 = 1 Vout=5 Volt
Jika D6 = 1 Vout=2,5 Volt
Jika D5 = 1 Vout=1,25 Volt
Jika D4 = 1 Vout=0,625 Volt
Jika D3 = 1 Vout=0,3125 Volt
Jika D2 = 1 Vout=0,1625 Volt
Jika D1 = 1 Vout=0,078125 Volt
Jika D0 = 1 Vout=0,0390625 Volt

III. METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* penelitian

Flowchart penelitian merupakan alur dari pengujian alat menggunakan sampel batubara yang akan dilakukan.

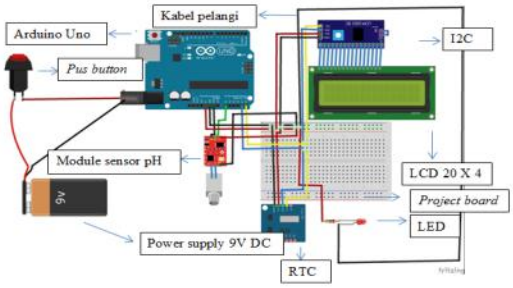


Gambar 6. *Flowchart* penelitian

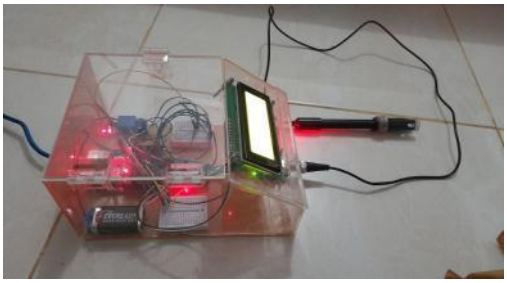
Pada gambar 6 *flowchart* penelitian merupakan alur dari pengujian alat menggunakan sampel batubara yang akan dilakukan. Pada pengujian ini, penulis akan menguji kesiapan alat terlebih dahulu setelah alat *ready* maka dilanjutkan pengujian alat menggunakan sampel batubara, lalu setelah mendapatkan data, penulis membaca nilai pH apakah pH sesuai dengan baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara atau tidak. Jika tidak atau limbah masih dalam keadaan asam, maka akan diberikan penanganan berupa pemberian kapur yang bertujuan untuk menetralkan pH pada air limbah tersebut, pemberian kapur ini dilakukan hingga nilai pH sudah dikatakan aman yaitu 6,7. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh banyaknya pemberian kapur terhadap perubahan nilai tengangan sensor pH atau perubahan nilai pH sehingga pemberian kapur tersebut dapat dijadikan acuan yaitu menggunakan perbandingan keadaan *real* lapangan dengan *prototype* yang dibuat.

3.2 Desain Alat

Berikut adalah desain dari alat pembaca pH limbah cair batubara berbasis Arduino Uno dapat lihat pada gambar 7 dan 8 dibawah.



Gambar 7. Desain Alat Pembaca Kadar pH Berbasis Arduino Uno



Gambar 8. Bentukan Alat Setelah Dirancang

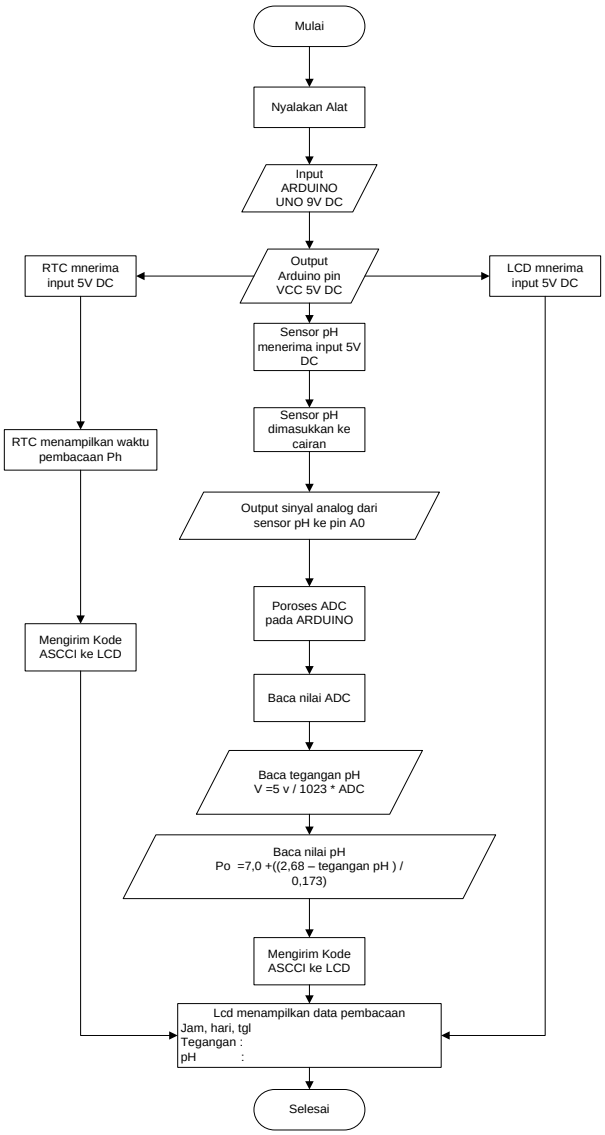
Pada desain ini penulis akan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang akan mendapat *supply* tegangan sebesar 9V DC, Arduino Uno akan terhubung dengan modul dari sensor pH yang akan menghasilkan *output* berupa sinyal analog, alat ini juga menggunakan RTC yang berfungsi untuk penentuan waktu pembacaan pH dan akan

ditampilkan pada LCD yang dilengkapi dengan I2C.

3.3 *System* Algoritma Desain Alat

Pada *Sytem* algoritma yang dimaksud adalah *sytem* kerja pada desain alat secara *electrical* dari *output* pada sensor pH berupa tegangan (sinyal *analog*) yang akan diteruskan pada Arduino Uno. Pada Arduino Uno nilai tegangan akan dikonversi menjadi nilai *digital* dengan resolusi 10 bit lalu dikonversi lagi menjadi nilai pH, dan data dari Arduino Uno akan ditampilkan pada LCD dengan cara sistem akan mengirim kode ASCCI berupa data digital.

Berikut adalah *sytem* algoritma desain alat yang akan dijelaskan menggunakan *flowchart* pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. *System* Algoritma Desain Alat

Pada *system* algoritma gambar 9 di atas menjelaskan bahwa *system* kerja pada alat ini memanfaatkan *output* berupa nilai tegangan dari sensor pH karena aktivitas dari ion hidrogen (H+), yang mana tegangan tersebut akan dijadikan sebagai *input* pada Arduino Uno berupa sinyal analog, *input* tersebut akan masuk ke pin A0 pada Arduino Uno, *input* berupa sinyal *analog* akan dikonversi menjadi sinyal *digital* atau *Analog To Digital ConVerter* (ADC) pada Arduino Uno, dengan resolusi 10 bit agar dapat diolah datanya oleh sistem komputer mikrokontroler, yang mana nilai ADC sebesar 1023 akan mewakili 5 V DC pada sinyal *analog*. Untuk menampilkan nilai tegangan pH maka nilai ADC yang diperoleh dikalikan dengan hasil dari tegangan referensi yaitu 5 V DC lalu dibagi 1023 seperti pada persamaan sebagai berikut.

$$Tegangn\ pH = \frac{5V}{1023}\ x\ ADC \qquad (2)$$

Dimana tegangan 5 V merupakan tegangan referensi, dan 1023 adalah resolusi ADC 10 bit. Untuk mengkonversi nilai tegangan pH menjadi nilai pH yaitu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Po = 7{,}00 + \frac{(Tegangan\ PH\ 7) - (Tegangan\ PH)}{pH\ step} \qquad (3)$$

Tegangan Ph yang dimaksud pada persamaan diatas adalah tegangan *output* yang didapatkan oleh sensor pH.

Nilai Po (*pH output)* akan ditampilkan sebagai nilai pH dengan mengirim data berupa kode ASCCI ke LCD, tidak hanya nilai pH saja yang akan ditampilkan tetapi nilai tengangan dan data waktu yang didapat dari RTC juga ditampilkan.

3.4 Kalibrasi Sensor pH

Untuk melakukan kalibrasi sensor pH penulis mnggunakan dua *buffer* pH 4 dan 7 agar mendapatkan tegangan referensi pada pH 7 dan pH 4, Setelah mendapatkan tegangan

referensi tersebut maka nilai tersebut dimasukkan ke dalam persamaan berikut :

$$pH\ step = \frac{(tegangan\ pH4)(tegangan\ pH7)}{pH7 - pH4} \quad (4)$$

Setelah mengetahui nilai dari pH step, maka dapat menggunakan persamaan (3) pada sketch atau programnya untuk mendapatkan nilai pH atau pH *output* (Po)

3.5 Desain *Prototype* Kolam Limbah Batubara

Prototype kolam libah cair batubara ini menggunakan bahan yang terbuat dari akrilik. Berikut adalah desain kolam penampung limbah cair batubara yang dapat dilihat pada gambar 10.

Gambar 10. *Prototype* Kolam Penampung Limbah Cair Batubara

Dapat dilihat pada gambar diatas *prototype* ini tiap kolamnya berukuran 20 cm x 10 cm x 5 cm dan 2,5 cm untuk ketinggian airnya, yang mana ukuran terebut mengacu pada ukuran aslinya dengan skala diperkecil, terdiri dari empat kolam dengan susunan sejajar membentuk segi empat. Kolam ini akan dilengkapi dengan satu pompa mini 3V DC agar dapat tejadi *recycle* aliran air semua kolam sehigga tejadinya pengadukan, pengadukan disini berfungsi utuk mengaduk kapur yang nantinya akan dimasukkan dengan tujuan menuruni tingkat keasaman limbah cair batubara.

Pada desain *prototype* ini mengacu pada kolam limbah batubara aslinya dengan perbandingan volume air pada kolam yaitu 500 cm^3 pada *prototype* dan 600 m^3 atau 600.000.000 cm^3 pada kondisi *real* di lapangan, dengan demikin maka didapatkanlah perbandingan sebesar 1 : 1.200.000.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Validasi Alat

Pengujian ini menggunakan larutan yang sudah diketahui nilai pHnya yaitu larutan buffer pH 4, pH 7, dan pH 9, serta larutan yang belum diketahui nilai pH nya seperti air sumur, air mineral, air kopi, Berikut adalah hasil dari pengujian Validasi alat yang akan ditampilkan pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Validasi Alat

No	Larutan	Output Alat pH Meter Pabrik	Output Rancangan Alat	Error %
1	Buffer pH 7	6,9	7,06	0,023
2	Buffer pH 4	4,1	4,13	0,0073
3	Air Sumur	5,7	5,63	0,0123
4	Air Mineral	6,0	5,91	0,152
5	Air Kopi	5,7	5,66	0,007
6	Buffer pH 9	9	9,25	2,78
Rata-rata				0,4969

Dilihat pada tabel 3 yang memperlihatkan perbandingan hasil pengukuran pH menggunakan alat rancangan dengan alat pabrikan yaitu pH meter, didapatkan hasil yang hampir sama, dengan rata-rata persentase *error* sebesar 0,4969%

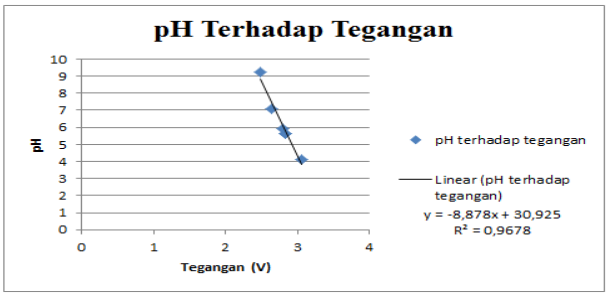
4.2. Pengujian Nilai pH Terhadap Tegangan dan ADC

Berikut adalah data pH, tegangan dan nilai ADC, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Nilai pH, Tegangan dan ADC

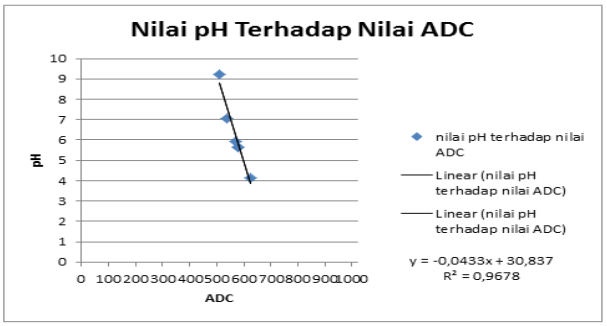
No	Larutan	pH	Tegangan (V)	ADC 10 bit
1	Buffer pH 7	7,06	2,64	540
2	Buffer pH 4	4,13	3,05	624
3	Air Sumur	5,63	2,84	581
4	Air Mineral	5,91	2,80	572
5	Air Kopi	5,66	2,84	581
6	Buffer pH 9	9,25	2,49	509

Berikut adalah grafik perbandingan antara nilai pH, tegangan dan nilai ADC dapat diliat pada gambar 11, 12 dan 13.



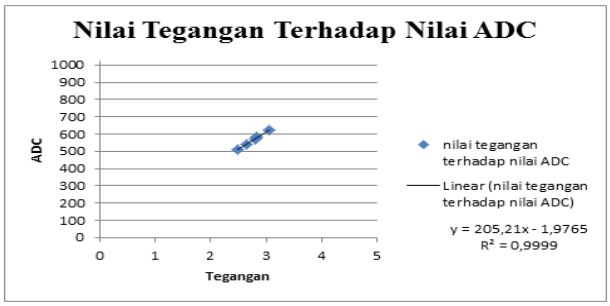
Gambar 11. Grafik Perbandingan pH Terhadap Tegangan

Pada gambar 11 memperlihatkan perbandingan nilai pH terhadap tegangan atau data *analog* dari sensor pH yaitu berbanding terbalik, yang artinya semakin besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor maka akan semakin kecil nilai pH yang didapat.



Gambar 12. Perbandingan Nilai pH dan Nilai ADC

Sama halnya dengan tegangan, perbandingan nilai pH dengan nilai ADC juga berbanding terbalik yaitu semakan besar nilai ADC makan semakin kecil nilai pH.



Gambar 13. Perbandingan Nilai Tegangan dan Nilai ADC

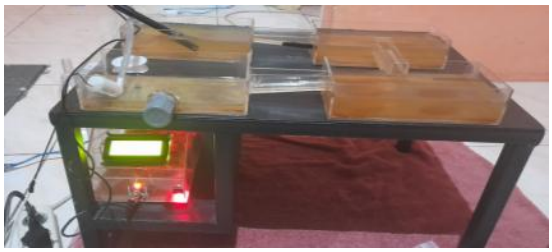
Jadi dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan dengan nilai ADC yang dihasilkan oleh alat ini adalah berbanding lurus, semakin besar nilai tegangan maka nilai ADC juga semakin besar.

4.3. Pengujian pH Limbah Batubara Terhadap Pemberian Kapur (CaO)

Pada pengujian ini penulis akan menguji nilai pH stiap kolam terhadap banyaknya pemberian kapur pada limbah. Untuk takaran pemberian kapur pada penelitian ini yaitu dengan dosis 0 g, 0,1 g, 0,2 g, 0,3 g dan 0,4 g ke dalam *prototype* kolam yang sudah berisi limbah batubara.

Gambar 14. Proses Pemberian Kapur

Setelah memasukkan kapur pada air limbah tunggu beberapa menit hingga proses pengadukan terjadi pada *prototype* kolam limbah batubara tersebut. Pada gambar 15 dapat dilihat proses pembacaan nilai pH setiap kolam *prototype* yang telah diberikan kapur.



Gambar 15. Proses Pembacaan Nilai pH Setiap Kolam

Apabila pH masih terbaca di bawah 6 maka tambah lagi dosis pemberian kapur hingga nilai pH naik dan terbaca 6 – 9.

Berikut adalah data hasil pengujian pH terhadap pemberian kapur dapat dilihat pada tabel 5 dan 6.

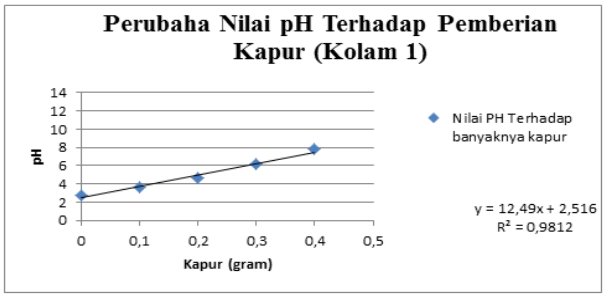
Tabel 5. Hasil Pengujian pH Terhadap Kapur kolam 1 dan 2

Kapur (g)	Waktu	Kolam 1		Kolam 2	
		V	pH	V	pH
0	20.30	3,24	2,77	3,25	2,73
0,1	21.15	3,11	3,71	3,11	3,69
0,2	22.00	2,98	4,65	2,98	4,63
0,3	23.30	2,77	6,14	2,77	6,17
0,4	00.40	2,54	7,80	2,53	7,87

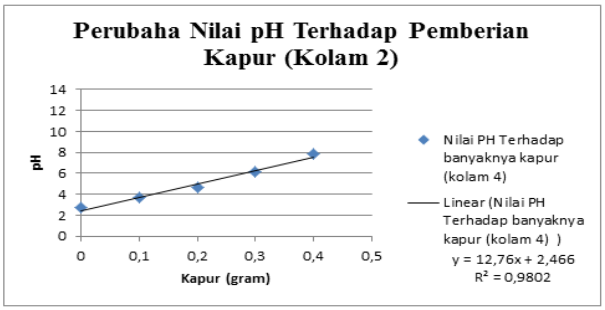
Tabel 6. Hasil Pengujian pH Terhadap Kapur kolam 3 dan 4

Kapur (g)	Waktu	Kolam 3		Kolam 4	
		V	pH	V	pH
0	20.30	3,24	2,80	3,25	2,73
0,1	21.15	3,12	3,67	3,12	3,64
0,2	22.00	2,98	4,64	2,98	4,67
0,3	23.30	2,78	6,10	2,78	6,06
0,4	00.40	2,54	7,77	2,56	7,61

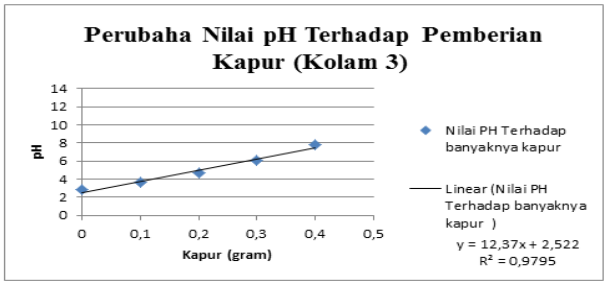
Berikut adalah diagram *cartesius* perubahan nilai pH terhadap pemberian kapur dapat dilihat pada gambar 16, 17, 18 dan 19.



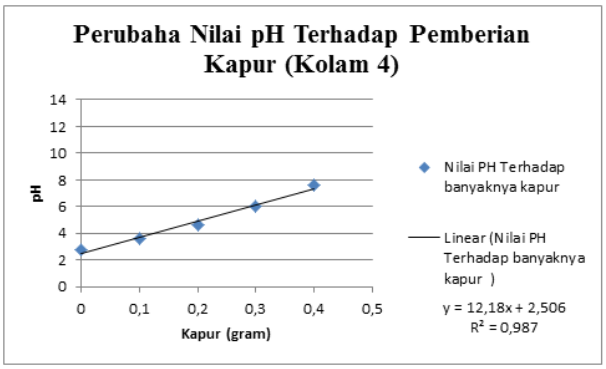
Gambar 16. Perubahan Nilai pH pada Kolam Pertama



Gambar 17. Perubahan Nilai pH pada Kolam Dua



Gambar 18. Perubahan Nilai pH pada Kolam Tiga



Gambar 19. Perubahan Nilai pH pada Kolam Empat

Dapat dilihat grafik pada gambar 19 dimana nilai pH air limbah pada kolam 4 akan berubah bila ditambahkan kapur dengan rata-rata perubahan pH tiap penambahan 0,1 gram kapur adalah 1,22.

Jadi pada pengujian diatas penulis mendapati bahwa semakin banyaknya kapur yang diberikan terhadap limbah maka tegangan *output* dari sensor pH semakin rendah sehingga nilai keasamannya makin rendah atau nilai pH akan terbaca makin tinggi. Dengan pemberian kapur sebanyak 0,1 gram kedalam limbah, maka didapatkan pada kolam 4 atau kolam pembuangan rata-rata perubahan pH sebesar 1,22. Jadi pada pengujian ini akan membutuhkan 0,4 gram kapur agar dapat menurunkan *output* tegangan pada sensor pH dari 3,25 V menjadi 2,56 V sehingga menaikan nilai pH dari 2,73 menjadi 7,61.

V. KESIMPULAN

1. Dari Alat yang dirancang memiliki tingkat keakuratan yang cukup besar dikarenakan persentasi kesalahan dari sensor pH sebesar 0,4969 %
2. Nilai pH akan berbanding terbalik dengan nilai tegangan dan ADC, semakin besar tegangan yang dihasilkan sensor pH maka semakin kecil nilai pH yang ditampikan, begitu juga dengan nilai ADC semakin besar nilai ACD semakin kecil nilai pH.
3. Nilai tegangan akan berbanding lurus dengan nlai ADC semakin besar tegangan yang dihasilkan sensor pH maka semakin besar pula nilai ADC yang terbaca.

4. Kapur mempengaruhi nilai tegangan *output* dari sensor pH, sehingga semakin banyak pemberian kapur (CaO) pada limbah maka tegangan yang dihasilkan sensor pH semakin kecil dan akan meningkatkan nilai pH, dengan 0,4 gram kapur (CaO) dapat menurunkan *output* tegangan pada sensor ph dari 3,25 V mejadi 2,56 V sehinggan menaikan nilai pH dari 2,73 menjadi 7,61.
5. pemberian kapur (CaO) sebanyak 0,1 gram maka nilai pH akan naik pada kolam pembuangan (kolam 4) sebesar 1,22.

DAFTAR PUSTAKA.

Hartas, H.(2010). Pendeteksian Keasaman dan Kebasaan Pada Pembuburan Kertas dengan Menggunakan ph Meter Pada Proses Bleaching (Pemutihan) (Aplikasi pt. Riau Andalan Pulp And Paper). Medan: UniVersitas Sumatra Utara.

Hidayat, R. & Syarippudin (2015). Analisis Pemanfaatan Multiplexer Analog 74HC4051 pada Mikrokontroller ATMega16, Bandung : Sekolah Tinggi Teknoogi Mandala.

Ihsanto, E., & Hidayat, S. (2014). RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN Ph METER DENGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi Elektro*. https://doi.org/10.22441/jte.V5i3.769

Kusumawati, D., & Wirianto, A. B. (2018). Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dan Real Time Clock DS3231. STMIK Bina Mulia Palu.

Mappa, A. (2015). Sistem Pengendalian Kadar pH, Suhu, dan LeVel Air Pada Model Miniatur Tambak Udang. *Electro Luceat*. https://doi.org/10.32531/jelekn.V1i1.10

Novitasari, D. A. A., Triyanto, D., & Nirmala, I. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Limbah Cair Industri Berbasis Mikrokontroler dengan Antarmuka Website. *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi Untan*.

Nugeraha (2010). Pengolahan Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara Menggunakan Biokoagulan : Studi Penurunan Kadar Tss, Total Fe Dan Total Mn Menggunakan Biji Kelor (Moringa Oleifera). UniVersitas Diponegoro.

Pratama, K., & Setiawan, E. B. (2018). Implementasi Monitoring Kualitas Udara Menggunakan Peramalan Exponential Smoothing dan NodeMCU Berbasis Mobile Android. *Jurnal ULTIMA Computing*. https://doi.org/10.31937/sk.V9i2.656

Putera, G. A., & D.H.F.M, C. (2017). Perancangan Alat Ukur Kadar Padatan Terlarut,Kekeruhan Dan Ph Air Menggunakan Arduino Uno. In *UniVersitas Hasanuddin*.

Syahwil, M. (2013). Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino. In *ANDI*.

Zulius, A. (2017). Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom*.