repository.ub.ac.id

Perancangan *DETECTIVE (Detergen Filter Effective Solution) System* sebagai Solusi Efektif Pengolahan Limbah Cair Detergen Rumah Tangga dilengkapi *Automatic pH Sensor*

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Oleh:
BENNY CHANDRA MONACHO
125090800111002

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Perancangan *DETECTIVE (Detergen Filter Effective Solution) System* sebagai Solusi Efektif Pengolahan Limbah Cair Detergen Rumah Tangga dilengkapi *Automatic pH Sensor*

SKRIPSI
Oleh:
BENNY CHANDRA MONACHO
125090800111002

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada
Tanggal 08 Juni 2018
dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I	Pembimbing II
(**Arinto Yudi P. W. M.Sc., Ph.D)**	**(Drs. Hari Arief D., M.Eng.,Ph.D)**
NIP. 196407021989031001	**NIP. 196909201994121001**

Mengetahui,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya

(Prof.Dr.rer.nat. Muhammad Nurhuda)
NIP. 196409101990021001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama **:** BENNY CHANDRA MONACHO
NIM **:** 125090800111002
Jurusan **:** FISIKA
Penulis Skripsi berjudul **:** Perancangan *DETECTIVE (Detergen Filter Effective Solution) System* sebagai Solusi Efektif Pengolahan Limbah Cair Detergen Rumah Tangga dilengkapi *Automatic pH Sensor*

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Nama-nama yang termaksud di isi dan tertulis di daftar pustaka digunakan sebagai referensi pendukung dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 08 Juni 2018
Yang menyatakan,

BENNY CHANDRA MONACHO
NIM. 125090800111002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac.id

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Perancangan *DETECTIVE (Detergen Filter Effective Solution) System* sebagai Solusi Efektif Pengolahan Limbah Cair Detergen Rumah Tangga dilengkapi *Automatic pH Sensor*

ABSTRAK

Detergen dapat memberikan efek buruk pada lingkungan maupun manusia. Dalam jangka pendek, limbah detergen tanpa pengolahan yang dibuang pada perairan akan memacu pertumbuhan enceng gondok dan gulma air. Ledakan jumlah tanaman pengganggu ini akan menghambat aliran sungai dan menimbulkan pendangkalan. Tanaman yang menutup permukaan air menghambat masuknya sinar matahari dan oksigen ke air. Akibatnya kualitas air menurun dan ikan akan makin susah hidup. Dalam jangka panjang, proses penguraian detergen akan menghasilkan sisa *benzena* yang apabila bereaksi dengan *chlor* akan membentuk senyawa *chlorobenzena* yang sangat berbahaya (bersifat karsinogenik). Oleh karena itu, diperlukan pengolahan khusus terhadap limbah detergen menggunakan DETECTIVE. Untuk sistem monitoring pH pada DETECTIVE menggunakan rangkaian sensor pH dengan dua probe.

Terdapat dua tujuan penelitian kali ini yaitu untuk merancang DETECTIVE yang dilengkapi rangkaian sensor pH, dan mengetahui kadar pH limbah detergen rumah tangga sesudah disaring menggunakan DETECTIVE. Pada penelitian kali ini dilakukan pembuatan rangkaian sensor pH melalui tahapan perancangan, pembuatan program, dan pengambilan data menggunakan larutan buffer yang dilanjutkan pengujian pada alat DETECTIVE. Terdapat dua perlakuan yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu variasi ukuran zeolit dalam filter DETECTIVE dan variasi sampel dari limbah detergen. Dari penelitian kali ini diperoleh hasil yaitu Alat DETECTIVE dengan variasi 4 (perbandingan pasir: ijuk: arang tempurung kelapa: zeolit: ijuk yaitu 4cm: 4cm: 4cm: 8cm: 4cm) memberikan efisiensi penurunan kadar pH terbaik.

Kata Kunci: DETECTIVE; Sensor pH; Probe pH; detergen

repository.ub.ac.id

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Design of DETECTIVE (Detergen Filter Effective Solution) System as Effective Solutions Processing Household Liquid Detergen Waste with Automatic pH Sensors

ABSTRACT

Detergents may have the adverse effects on the environment and human. In the short term, residues of untreated detergents that are discharged into the water will stimulate the growth of water hyacinth and aquatic weeds. The explosion of the number of pests will impede the flow of the river and cause sedimentation. The plants that cover the surface of water and will be inhibit the entry of sunlight and oxygen into the water. As a result, the quality of the water decreases and the fish will be harder to live. In the long term, the decomposition process of the detergent will produce residual benzene which, when reacted with chlor, will form a very dangerous chlorobenzene compound (carcinogenic). Therefore, special processing of detergent residues using DETECTIVE is required. For the pH monitoring system in DETECTIVE use a pH sensor circuit with two probes.

There are two objectives of this study: to design a DETECTIVE with pH sensor circuit, and to know the decrease eficiency of pH level detergent after filtering using DETECTIVE. In the present study carried out by making the circuit of the pH sensor through the stages of design, programming, and retrieval of data using buffer solutions continuation of the assays in detective tool. In this investigation two treatments are carried out, which are the variation of the size of the zeolite in the DETECTIVE filter and the variation of the sampel from the detergent residues. From this study result of DETECTIVE of tools with variation 4 (ratio of sand: palm: coconut shell carbon: zeolite: the fibers are 4 cm: 4cm: 4 cm: 8 cm: 4 cm) gives the best pH levels decrease efficiency.

Keyword: DETECTIVE; pH sensor; pH probe; detergen

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

repository.ub.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur di panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Judul yang dipilih dalam karya tulis ini adalah Perancangan *DETECTIVE (Detergen Filter Effective Solution) System* sebagai Solusi Efektif Pengolahan Limbah Cair Detergen Rumah Tangga dilengkapi *Automatic pH Sensor*. Pengujian dilaksanakan di Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Brawijaya dan sekitarnya.

Dengan diselesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang mendukung penulis dari awal hingga akhir proses pengerjaan. Penulis percaya bahwa setiap hal yang terjadi dalam hidup, pasti selalu ada tujuannya, baik disadari maupun tidak disadari oleh manusia itu sendiri. Ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada:

1. Keluarga tercinta (Bapak, Mamak, Adik-adik) yang telah banyak mendukung proses penulisan maupun penelitian ini.
2. Bapak Arinto Yudi Ponco W. M.Sc., Ph.D dan Bapak Drs. Hari Arief Dharmawan, M.Eng.,Ph.D. selaku dosen pembimbing yang sudah memberikan banyak arahan dan sabar dalam proses yang panjang dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Muhammad Warits Ishari, yang sangat berpengaruh pada penyelesaian skripsi ini, *thankyou dude*.
4. Mba Nina Agustriana (*Head Of Division* CD PT Nutrifood Indonesia), Mas Andre Omarhadi (*Marketing Promotion Manager* PT Nutrifood Indonesia), "Belakang Layar Batch" (Arif, Harris, Novan, dkk) yang sudah memberikan kesempatan dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi disela pekerjaan.
5. #GoSuperman (Ana, Effanda, Maya, Nofita, Umboro, Wachida) dan tim Nutrifood Malang Pasuruan atas bantuan dan dukungannya dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Mas Imron, Mas Ridha, Ragil, Intan, Esa dan rekan lainnya yang sudah membantu dan memberikan saran kepada penulis.
7. Teman-teman Jurusan Fisika dan prodi Instrumentasi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya atas bantuannya selama ini, dan seluruh pihak yang telah membantu dalam mendukungnya ketercapaian penulisan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam tulisan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

membangun untuk memperbaiki tulisan ini. Penulis memohon maaf atas segala kesalahan yang ada dalam proses pengerjaan skripsi ini. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca, bidang ilmu pengetahuan, dan bagi semua masyarakat.

"*Hidup selalu menawarkan kepastian dengan peluang yang sama bagi tiap manusia, 50:50. Bahagia atau sedih, puas atau kecewa, mencoba atau menyesal, gagal atau berhasil - Lucia Priandarini"*

Malang, 08 Juni 2018

Penulis

repository.ub.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI..... iii
LEMBAR PERNYATAAN..... v
ABSTRAK..... vii
ABSTRACT..... ix
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR …..... xv
DAFTAR TABEL..... xvii
BAB I PENDAHULUAN …..... 1
1.1 Latar Belakang …..... 1
1.2 Rumusan Masalah …..... 3
1.3 Batasan Masalah..... 3
1.4 Tujuan Penelitian..... 3
1.5 Manfaat Penelitian..... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA …..... 5
2.1 DETECTIVE System …..... 5
2.2 DETERGEN 7
2.3 pH..... 7
2.4 Rangkaian Pengondisi Sinyal..... 9
2.5 Sensor pH SEN0161..... 12
2.6 Arduino Uno..... 12
BAB III METODE PENELITIAN …..... 15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian …..... 15
3.2 Alat dan Bahan…..... 15
3.3 Pembuatan *DETECTIVE System*..... 16
3.4 Pembuatan Rangkaian Sensor pH..... 18
3.5 Pengujian Sistem..... 20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 23
4.1 Hasil *Pembuatan DETECTIVE System*..... 23
4.2 Hasil Rancangan Rangkaian Sensor pH..... 24
4.3 Hasil Pengujian Kadar pH pada DETECTIVE..... 32
BAB V PENUTUP..... 43
5.1 Simpulan..... 43
5.2 Saran..... 43

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR PUSTAKA 45
LAMPIRAN..... 49

repository.ub.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Linierisasi..... 10
Gambar 2.2. Rangkaian ekivalen Thevenin untuk memperlihatkan efek pembebanan pada sensor..... 11
Gambar 2.3. Arduino Software..... 14
Gambar 3.1. Blok Diagram Tahapan Penelitian..... 16
Gambar 3.2. Desain alat DETECTIVE..... 16
Gambar 3.3. Bagian 1 dan 3 DETECTIVE..... 18
Gambar 3.4. Flowchart Rangkain pH..... 19
Gambar 4.1. DETECTIVE..... 23
Gambar 4.2. Part Of DETECTIVE..... 24
Gambar 4.3. Blok Diagram Sistem Kerja Alat pH Sensor..... 24
Gambar 4.4. Rangkaian PH Sensor..... 25
Gambar 4.5. Hasil Display Nilai ph Awal..... 26
Gambar 4.6. Hasil Pengujian Tegangan Sensor..... 28
Gambar 4.7. Grafik P1..... 29
Gambar 4.8. Grafik P2..... 30
Gambar 4.9. Serial Monitor Nilai pH..... 31
Gambar 4.10. Hasil Survey Penggunaan Detergen Pada 1 Kali Mencuci..... 32
Gambar 4.11. Hasil Survey Penggunaan Air Pada 1 Kali Mencuci..... 32
Gambar 4.12. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 1..... 33
Gambar 4.13. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 2..... 34
Gambar 4.14. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 3..... 35
Gambar 4.15. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 4..... 35
Gambar 4.16. Grafik Linear Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 1..... 37
Gambar 4.17. Grafik Linear Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 2..... 37
Gambar 4.18. Grafik Linear Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 3..... 38
Gambar 4.19. Grafik Eksponensial Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 1..... 38
Gambar 4.20. Grafik Eksponensial Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 2..... 39

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 4.21. Grafik Eksponensial Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 3..... 39
Gambar 4.22. Grafik Logarithmic Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 1..... 40
Gambar 4.23. Grafik Logarithmic Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 2..... 40
Gambar 4.24. Grafik Logarithmic Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 3..... 41
Gambar L1.1. Rangkaian Sensor pH..... 49
Gambar L1.2. Pengujian Probe pH pada Larutan Buffer..... 49
Gambar L1.3. Sampel Uji Detergen..... 50
Gambar L1.4. Pengujian Sensor pH pada Detergen..... 50
Gambar L1.5. Rangkaian Sensor pH dengan Cover..... 50
Gambar L1.6. DETECTIVE Tampak Atas..... 51
Gambar L1.7. DETECTIVE Tampak Samping..... 51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno..... 13
Tabel 3. 1. Alat dan Bahan..... 15
Tabel 3. 2. Peralatan Utama dan Pendukung..... 18
Tabel 3.3 Sampel Detergen..... 20
Tabel 3.4 Variasi Zeolit..... 21
Tabel 4.1. Hasil Uji Tegangan Output P1 dengan Buffer..... 28
Tabel 4.2. Hasil Uji Tegangan Output P2 dengan Buffer..... 28
Tabel 4.3. Efisiensi Penurunan Kadar pH pada Sampel 1..... 36
Tabel 4.4. Efisiensi Penurunan Kadar pH pada Sampel 2..... 36
Tabel 4.5. Efisiensi Penurunan Kadar pH pada Sampel 3..... 36
Tabel L2.1. Data Penelitian Variasi 1..... 52
Tabel L2.2. Data Penelitian Variasi 2..... 52
Tabel L2.3. Data Penelitian Variasi 3..... 52
Tabel L2.4. Data Penelitian Variasi 4..... 52

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

repository.ub.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan detergen per kapita bergerak sejalan dengan pertumbuhan *gross domestik product* (GDP) setiap tahun, artinya semakin meningkat pendapatan masyarakat, maka konsumsi detergen juga meningkat. Data statistik menunjukkan bahwa tahun 1998, konsumsi detergen per kapita menjadi hanya 1,97 kg dibandingkan 2,46 kg pada tahun 1997. Namun, dengan meningkatnya daya beli masyarakat, konsumsi detergen meningkat menjadi 2,11 kg pada tahun 1999, meningkat 2,26 kg pada tahun 2001 dan tahun 2002 meningkat 2,32 kg. Menurut data NKLD (Notulen Kantor Lingkungan Daerah (NKLD) DKI Jakarta (1999), konsumsi detergen dengan jumlah penduduk 3 juta jiwa mencapai $\pm$ 10 ton per hari (diasumsikan tiap jiwa mengonsumsi detergen sebanyak 100 g per bulan) yang dibuang di lingkungan (selokan dan aliran yang bermuara ke sungai) (Sopiah dan Chaerunisah, 2006).

Limbah detergen dapat menyebabkan dampak *destruktif* terhadap lingkungan. Proses penguraian detergen akan menghasilkan sisa *benzena* yang apabila bereaksi dengan *chlor* akan membentuk senyawa *chlorobenzena* yang sangat berbahaya. Kontak *benzena* dan *chlor* sangat mungkin terjadi pada pengolahan air minum, mengingat digunakannya kaporit (dimana di dalamnya terkandung *chlor*) sebagai pembunuh kuman pada proses klorinasi (Budiawan dan Fatisal, 2009).

Ada dua ukuran yang digunakan untuk melihat sejauh mana produk kimia aman dilingkungan yaitu daya racun (toksisitas) dan daya urai (*biodegradable*). *Alkyl Benzene Sulfonat* dalam lingkungan mempunyai tingkat biodegradable sangat rendah, sehingga detergen ini dikategorikan sebagai *non-biodegradable* (Budiawan dan Fatisal, 2009).

Detergen menimbulkan dampak yang berbahaya bagi manusia. Selain berbahaya bagi kulit manusia, limbah detergen yang dibuang ke sungai dapat mengancam lingkungan. Zat yang ada di dalam detergen memacu *eutrofikasi (*pertumbuhan enceng gondok dan gulma air yang sangat pesat). Ledakan jumlah tanaman pengganggu ini akan menghambat aliran sungai dan menimbulkan pendangkalan. Tanaman yang menutup permukaan air menghambat

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

masuknya sinar matahari dan oksigen ke air. Akibatnya kualitas air menurun dan ikan akan makin susah hidup. Pengaruh yang sama akan terjadi jika busa detergen yang menumpuk di sungai menutup permukaan air. Adanya bahan buangan zat kimia yang berupa sabun (detergen) yang berlebihan di dalam air ditandai dengan timbulnya buih-buih sabun pada permukaan air. Bahan antiseptik dalam sabun atau detergen mengganggu kehidupan mikroorganisme, yang ada di dalam air bahkan dapat mematikan (Kamiswari dkk, 2011).

Dalam pengolahan limbah konvensional, *Alkyl Benzene Sulfonat* sukar untuk diuraikan. Hal ini diakrenakan senyawa ABS memiliki rantai alkyl yang bercabang banyak (Sopiah dan Chaerunisah, 2006). *Linear Alkyl Benzene Sulfonat* mempunyai karakteristik lebih baik, meskipun belum dapat dikatakan ramah lingkungan. *Linear Alkyl Benzene Sulfonat* mempunyai gugus alkil lurus atau tidak bercabang yang dengan mudah dapat diurai oleh mikroorganisme. *Linear Alkyl Benzene Sulfonat* relatif mudah didegradasi secara biologi dibanding *Alkyl Benzene Sulfonat*. *Linear Alkyl Benzene Sulfonat* bisa terdegradasi sampai 90 %. Akan tetapi karena prosesnya sangat lambat, dibutuhkan waktu untuk memecah bagian ujung rantai kimianya khususnya ikatan omega harus diputus dan butuh proses beta oksidasi. Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa alam membutuhkan waktu sembilan hari untuk mengurai *Linear Alkyl Benzene Sulfonat*, itu pun hanya sampai 50 persen (Budiawan dan Fatisal., 2009).

Oleh karena itu, diperlukan pengolahan khusus yang dapat mengurangi kandungan kimia berbahaya pada detergen dan diharapkan mampu menyerap senyawa kimia yang ada didalam detergen. *DETECTIVE* (*Detergen Filter Effective Solution*) merupakan alat yang diharapakan mampu menyerap senyawa kimia berbahaya dalam detergen. *DETECTIVE* menggunakan bahan alam seperti filter ijuk, arang tempurung kelapa, pasir, dan batu zeolit.

DETECTIVE (*Detergen Filter Effective Solution*) merupakan sebuah instalasi pengolahan air sederhana yang dilengkapi dengan beberapa material filter yang diharapkan mampu memfilter limbah detergen, sehingga limbah detergen hasil filter aman untuk dibuang ke lingkungan (selokan dan aliran yang bermuara ke sungai). Pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tanggal 14 Desember 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian

Pencemaran Air menyebutkan bahwa salah satu kriteria mutu air yang baik yaitu memiliki pH yang berada pada range 6-9. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring pH pada *DETECTIVE* yang bertujuan untuk mengetahui kadar pH sebelum dan sesudah difilter melalui *DETECTIVE*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan *DETECTIVE* sebagai filter pengolahan detergen yang dilengkapi rangkaian sensor pH sebagai alat monitoring pH*?*
2. Bagaimana efisiensi penuruan kadar pH detergen yang disaring menggunakan *DETECTIVE*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini terdapat beberapa batasan masalah yaitu:

1. Fokus pada penelitian terletak pada proses pembuatan *DETECTIVE* yang dilengkapi dengan rangkaian sensor pH yang digunakan untuk memonitoring pH detergen dan tidak melihat perubahan kimia yang terjadi pada proses pemfilteran.
2. Rangkaian sensor pH menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan 2 sensor probe pH SEN0161.
3. Implementasi pembuatan *DETECTIVE* menggunakan desain awal dari penulis.
4. Terdapat 2 perlakuan yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu variasi kedalaman zeolit dalam filter *DETECTIVE* dan variasi sampel dari limbah detergen. Detergen yang digunakan sebagai sampel adalah detergen bubuk *(powder*).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian kali ini, yaitu:

1. Untuk merancang alat *DETECTIVE* sebagai filter pengolahan detergen yang dilengkapi dengan rangkaian sensor pH sebagai alat monitoring pH pada *DETECTIVE.*
2. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar pH detergen yang disaring menggunakan *DETECTIVE*.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan oleh penulis yaitu penelitian ini diharapakan dapat bermanfaat dalam menambah atau memperkaya wawasan pengetahuan bagi masyarakat tentang pengolahan limbah detergen rumah tangga menggunakan *DETECTIVE* dan masyarakat mampu mempraktikkan penerapan teknologi pengolahan limbah detergen rumah tangga menggunakan *DETECTIVE*.

repository.ub.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1.*DETECTIVE System*

DETECTIVE (*Detergen Filter Effective Solution)* merupakan instalasi penyaring air sederhana yang terbuat dari bahan-bahan yang mudah untuk didapatkan. Bahan-bahan filter yang digunakan antara lain batu zeolit, arang tempurung kelapa, ijuk, dan pasir.

2.1.1.Batu Zeolit

Zeolit adalah kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi,serta terbentuk dari tetrahedralalimina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya berupa alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Zeolit berfungsi sebagai adsorben dan penyaring molekul, serta sebagai ion exchanger (penukar ion) dalam pengolahan air (Utama dkk, 2017).

Batu zeolit memiliki sifat-sifat kimia dan fisika. Mineral batu zeolit adalah kelompok mineral alumunium silikat terhidrasi Lm Alx Siy Oz · nH_2O, dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca, dan Na), m, x, y, dan z merupakan bilangan 2 hingga 10, n koefisien dari H_2O, serta L adalah logam. Zeolit secara empiris ditulis (M^+, M^{2+}) Al_2O_3 $gSiO^2$ · zH^2 O, M^+ berupa K dan M^{2+} berupa Mg, Ca, atau Fe. Li, Sr atau Ba dalam jumlah kecil dapat menggantikan M^+ atau M^{2+}, g dan z bilangan koefisien. Beberapa spesimen zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat, dan lainnya, hal ini disebabkan karena terdapat oksida besi atau logam lainnya. Zeolit memiliki densitas antara 2,0 – 2,3 g/cm^3, dengan bentuk halus dan lunak. Kilap yang dimiliki bermacam-macam. Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yang berisi kation logam, dan molekul air dalam fase *occluded* (Lestari, 2010).

Saryati dkk (2001), menyatakan efisiensi zeolite tanpa aktivasi dalam menyerap ion logam berat dalam air sampai diatas 80% untuk Cd, Pb, Cu dan Fe, 44% untuk Zn dan 21% untuk Mn. Utama dkk (2017), menyebutkan bahwa kadar pH (derajat keasaman) pada larutan air mengalami penurunan menuju netral setelah dilakukan filtrasi menggunakan zeolit.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

2.1.2.ArangTempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa merupakan produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa kelapa. Komposisi kimia tempurung kelapa meliputi, selulosa 26,60 %, lignin 29,40 %, pentosan 27,70 %, solvent ekstraktif 4,20 %, uronat anhidrid 3,50 %, abu 0,62 %, nitrogen 0,11 %, dan air 8,0 % (Pambayun dkk, 2013).

Arang tempurung kelapa dapat berfungsi sebagai penyerap mikroorganisme dan bahan-bahan kimia yang terkandung pada air kotor. Setelah beberapa waktu, arang tempurung kelapa ini sudah tidak efektif lagi. Ciri ketidakefektifannya yaitu air yang tersaring sudah tidak begitu jernih lagi. Bila itu terjadi, arang tempurung kelapa perlu dicuci dengan air bersih atau bahkan diganti dengan yang baru. Arang tempurung kelapa butiran dapat diaktifkan kembali melalui pembakaran ganda. Kendatipun demikian, pemakaian arang tempurung kelapa kelapa berbentuk butiran tetap lebih sederhana dari pada bentuk bubuk. Hal ini dikarenakan, pemakaian arang tempurung kelapa berbentuk bubuk memerlukan bak penampung yang dilengkapi pengaduk. Dibandingkan dengan arang berbentuk butiran, proses penyerapan mikroorganisme lebih cepat terjadi pada bentuk bubuk (Sudjoko, 2008).

2.1.3.Ijuk

Ijuk adalah serat alam terbaik yang dimiliki Indonesia dan memiliki banyak manfaat, namun hanya sebagian orang mengetahui serat ini memiliki fungsi yang sangat istimewa di banding dengan serat lainya. Serat ijuk memiliki banyak keistimewaan, diantaranya sifatnya yang awet tidak mudah busuk hingga ratusan tahun bahkan ribuan tahun serta tahan terhadap segala cuaca, serat ijuk juga memiliki sifat elastis, keras, tahan air dan sulit dicerna oleh organisme perusak (Suryati, 2013). Bahan ijuk dapat menahan benda-benda padat yang terbawa dalam air. Ijuk juga dapat mengeluarkan amoniak yang cukup tinggi pada air (Heyne, 1950).

2.1.4.Pasir

Pasir adalah contoh bahan material butiran. Butiran pasir umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Fungsi pasir

dapat menyaring kotoran atau zat yang berukuran > 2 milimeter (Rahmawati, 2009).

2.2.Detergen

Detergen yang digunakan untuk keperluan rumah tangga dan industri menggunakan formula yang sangat kompleks yaitu lebih dari 25 bahan. Namun, secara umum penyusun detergen dikelompokkan menjadi empat, yaitu surfaktan, builders, bleaching agent, dan bahan aditif (Smulders, 2002).

Surfaktan berfungsi untuk mengangkat kotoran pada pakaian baik yang larut dalam air maupun yang tak larut dalam air. Setelah surfaktan, kandungan lain yang penting adalah penguat (builders) yang meningkatkan efisiensi surfaktan. Builders digunakan untuk melunakkan air sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berfungsi dengan lebih baik. Selain itu, builders juga membantu menciptakan kondisi keasaman yang tepat agar proses pembersihan dapat berlangsung dengan lebih baik serta membantu mendispersikan dan menyuspensikan kotoran yang lepas. Senyawa kompleks fosfat, natrium sitrat, natrium karbonat, natrium silikat, dan fluorescent sering digunakan dalam builders (Juliantara, 2011).

Pencemaran detergen diperairan dikarenakan adanya kandungan surfaktan dalam detergen. jenis surfaktan yang paling banyak digunakan adalah tipe anionik dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}) dan sulfonat (SO_3). Berdasarkan rumus struktur kimianya, detergen golongan sulfonat dibedakan menjadi dua jenis yaitu jenis rantai bercabang sebagai contoh alkil benzene sulfonat (ABS), dan jenis rantai lurus linear alkil sulfonat (LAS) (Grayson, 1983 dalam Suasti, 2015). Tingkat keasaman (pH) detergen kurang lebih berkisar antara 10-12, sementara pH yang dapat ditoleransi oleh kulit manusia adalah 6-9 (Juliantara, 2011).

2.3. pH

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif

logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Yang dapat dinyatakan dengan persamaan(1) (Noorulil, 2010):

$$pH = - \log [H+] \quad (1)$$

pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi [H+] lebih besar daripada [OH-], maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi [OH-] lebih besar dari pada [H+], maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7 (Noorulil dan Ratna, 2010).

Menurut Santoso (2007) organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH yang netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik pada umumnya berkisar antara 7 sampai 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa membahayakan kelangsungan hidup organisma karena menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Sementara pH yang tinggi menyebabkan keseimbangan antara amonium dan amoniak dalam air akan terganggu. Kenaikan pH di atas netral meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga bersifat sangat toksik bagi organisme. Nilai pH dipengaruhi oleh faktor fisik sedimen, berkaitan dengan konsentrasi bahan-bahan organik yang ada di sedimen. Semakin kecil ukuran butir sedimen, pHnya semakin rendah demikian juga sebaliknya. Perubahan nilai pH dalam sedimen mempengaruhi sebaran mempengaruhi sebaran mikroorganisme yang metabolismenya tergantung pada sebaran faktor-faktor kimia tersebut. Sebagian mikroorganisme sangat peka terhadap perubahan nilai pH dalam perairan. Nilai pH akan mempengaruhi proses-proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Arizuna dkk, 2014).

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektrokimia yang terjadi antar larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membran 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 elektro kimia dari ion hydrogen (Noorulil, 2010).

2.4. Rangkaian Pengondisi Sinyal

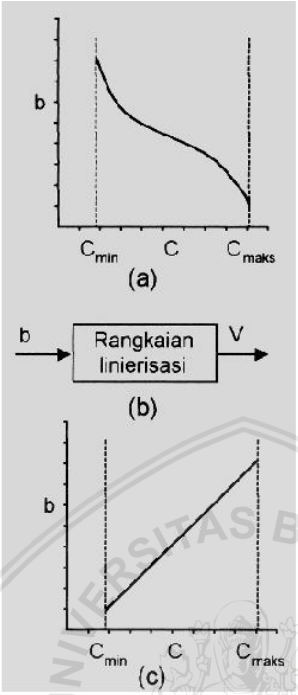
Seringkali, pilihan mengenai karakteristik suatu sensor terhadap variabel masukan sangatlah terbatas, sehingga diperlukan adanya suatu pengondisian sinyal. Pengondisian sinyal ini berkaitan dengan operasi-operasi yang dikenakan pada sinyal guna mengkonversi sinyal tersebut ke bentuk yang sesuai dengan yang diperlukan untuk interface dengan elemen-elemen lain dalam sistem instrumentasi. Efek pengondisian sinyal pada sinyal masukan sering dinyatakan dalam bentuk fungsi alih. Pengondisi sinyal dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, seperti yang akan diuraikan berikut (Siwindarto, 2013):

2. 4. 1. Pengubahan Level Sinyal

Suatu cara yang paling sederhana untuk proses pengondisian sinyal adalah dengan mengubah level sinyal, yaitu dengan melakukan penguatan ataupun peredaman. Salah satu faktor yang penting dalam pemilihan penguat adalah impedansi masukan yang ditawarkan kepada sensor (atau elemen lain yang berfungsi sebagai masukan). Dalam beberapa kasus, (misalnya akselerometer dan detektor optik), tanggapan frekuensi penguat juga merupakan suatu hal yang sangat penting.

2. 4. 2.*Linierisasi*

Hubungan antara keluaran dengan masukan sensor seringkali tidak linier. Oleh karena itu diperlukan suatu rangkaian untuk linierisasi sinyal tersebut, seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 1. Tujuan linierisasi adalah untuk mendapatkan keluaran yang berubah secara linier terhadap variabel masukan meskipun keluaran sensornya tidak linier. Rangkaian linierisasi ini sulit dirancang, dan biasanya bekerja hanya dalam batas yang sempit. Cara linierisasi yang lebih modern adalah dengan menggunakan perangkat lunak, yaitu dengan membolehkan sinyal tak linier sebagai masukan ke komputer dan selanjutnya melakukan linierisasi dengan menggunakan perangkat lunak.



Gambar 2. 1. Linierisasi (Siwindarto, 2013)

2. 4. 3. Konversi

Pengkondisian sinyal dalam hal ini digunakan untuk mengkonversi suatu jenis perubahan listrik ke jenis perubahan listrik yang lain. Konversi ini diperlukan misalnya dalam transmisi sinyal dan interface dengan sistem digital.

Transmisi Sinyal. Untuk transmisi sinyal seringkali digunakan transmisi arus karena tidak dipengaruhi oleh perubahan beban. Standard level arus yang digunakan adalah 4 sampai 20 mA.
Interface Digital. Penggunaan komputer dalam sistem instrumentasi akan memerlukan suatu konversi dari data analog ke data digital, yaitu yang dilakukan oleh ADC. Konversi ini biasanya memerlukan pengaturan level sinyal analog agar sesuai dengan masukan yang diperlukan oleh ADC.

2. 4. 4. Filter dan Penyesuai Impedansi

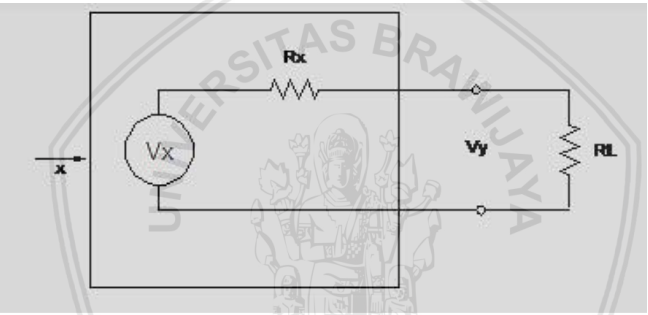
Dalam banyak kejadian, sinyal yang diperlukan sering bercampur dengan sinyal yang tidak diinginkan (noise). Untuk

menyingkirkan sinyal yang tidak diinginkan tersebut dapat digunakan filter yang sesuai, yaitu low-pass filter (LPF), high-pass filter (HPF), notch filter, atau gabungan dari filter-filter tersebut.

Penyesuaian impedansi kadang diperlukan, yaitu apabila impedansi internal transduser atau impedansi saluran dapat menyebabkan terjadinya suatu kesalahan dalam pengukuran suatu variabel.

2. 4. 5. Konsep Pembebanan

Salah satu hal yang sangat penting dalam pengkondisian sinyal analog adalah adanya pengaruh pembebanan pada suatu rangkaian oleh rangkaian lain, yang dapat menyebabkan terjadinya ketidakpastian dalam amplituda tegangan. Gambar 2 memperlihatkan efek pembebanan pada sensor, yang dalam hal ini dinyatakan dalam rangkaian setara Thevenin.



Gambar 2.2. Rangkaian ekivalen Thevenin untuk memperlihatkan efek pembebanan pada sensor (Siwindarto, 2013)

Tegangan beban pada Gambar 2 diberikan oleh persamaan 2:

$$Vy = Vx\left(1 - \frac{Rx}{RL+Rx}\right)^{nt} \qquad (2)$$

dengan:
Vy = tegangan beban
Vx = tegangan sensor dalam keadaan rangkaian terbuka
Rx = impedansi internal sensor
RL = impedansi beban

2.5. Sensor pH SEN0161

Pada perencanaan sensor derajat kesamaan (pH), sensor pH yang akan digunakan adalah jenis Electroda (SKU: SEN0161) denganspesifikasi sebagai berikut (DFRobot, 2018):

a. Module Power : 5V
b. Module Size : 43mmx32mm
c. Measuring Range : 0-14.0 pH
d. Measuring Temperature : 0-60 oC
e. Accuracy : ± 0.1 pH (25 oC)
f. Response Time :< 1min
g. pH Sensor with BNC Connector
h. pH 2.0 Interface (3 foot patch)
i. Gain Adjustment Potentiometer
j. Power Indicator LED

Sensor pH digunakan untuk pengukuran derajat keasaman cairan yang diuji untuk menentukan apakah cairan dalam kondisi normal, basa, atau asam.

2.6. Arduino Uno

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel(Effendi, 2014).

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. 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 yaitu dengan menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau baterai untuk menjalankannya.

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 dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.

Salah satu yang membuat arduino memikat hati banyak orang adalahkarena sifatnya open source, baik untuk hardware maupun software-nya.Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bitdengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation.Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-bedatergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakanAtmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakanAtmega2560 (Herawati dkk, 2013).

2.6.1. Spesifikasi Arduino Uno

Spesifikasi Arduino UnoR3 dapat dilihat pada gambar dibawah (Ecadio, 2018):

Tabel 2.1. Spesifikasi Arduino Uno

Deskripsi	Spesifikasi Arduino UNO R3
Chip mikrokontroller	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (rekomendasi, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya PWM
Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB, 0.5 KB digunakan bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25 g

2.6.2. Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan computer, Arduino Uno lain, atau mikrokontroler lain. ATMega3282 ini menyediakan UART TTL (5v) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX dan 1 (TX).

2.6.3 *Input* dan *Output*

Setiap 14 pin digital pada ArduinoUno dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Input/output dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor 20-50 Kohms.

2.6.4 Catu Daya

Arduino Uno dapat beroperasi melalui koneksi USB atau power supply. Dalam penggunaan power supply dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan jack adaptor pada koneksi port inputsupply.

2.6.5 Memori

Arduino memiliki 32 KB flash memory4 untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader.Arduino memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM 2.3.4.

2.6.6 Komunikasi Serial

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data satu persatu pada satuan waktu. Transmisi data pada komunikasi serial dilakukan per bit.

2.6.7 Perangkat Lunak (Arduino Software)

Lingkungan open-source Arduino atau Arduino IDE5 memudahkan untuk menulis kode dengan mengupload ke I/O board. Ini berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. Berdasarkan pengolahan, avr-gcc, dan perangkat lunak open-source lainnya.

Gambar2. 3. Arduino Software

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan diJurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang dan sekitarnya, dengan memanfaatkan sumber daya yang ada. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2018 hingga Mei 2018.

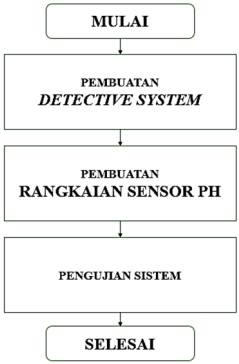
3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan pada penelitian kali ini dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1. Alat dan Bahan

Subjek	Alat dan Bahan
Rangkaian Sensor pH	Probe pH SEN0161, Module pH, Beard Board, Kabel, Laptop
DETECTIVE	Paralon ukuran 3 dim (diameter 7,62 cm), Paralon ukuran 1 dim (diameter 2,54 cm), Pipa overloop 3 dim-1 dim, Pipa Knee, Tutup Paralon 3 dim, Material Filter (Zeolit, Arang Tempurung Kelapa, Pasir, Ijuk)
Pengujian	Uji DETECTIVE (Detergen Bubuk, Air) Uji Rangkaian Sensor pH (Larutan Buffer)

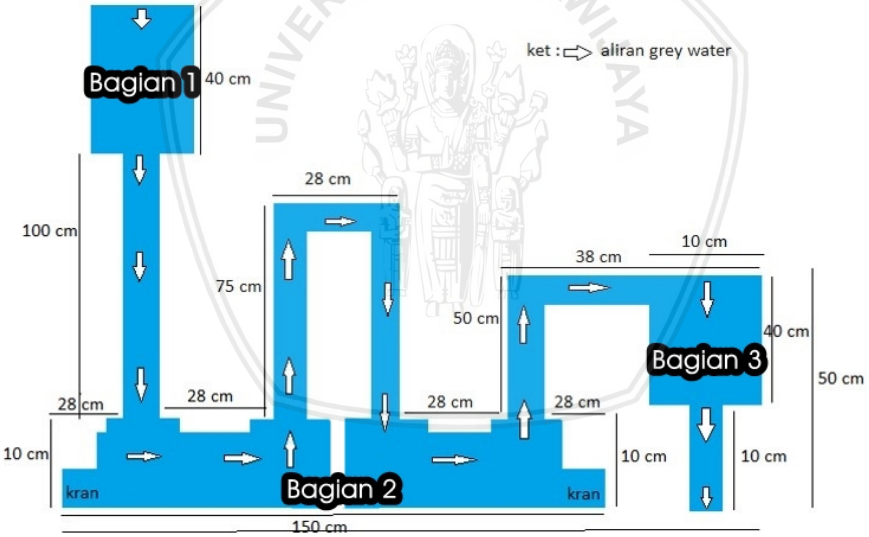
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengerjaan sesudah melakukan persiapan alat dan bahan yang dapat dilihat pada diagram alur pada gambar 3.1berikut:



Gambar 3.1. Blok Diagram TahapanPenelitian

3.3 Pembuatan *DETECTIVE System*

Berikut adalah desain dari *DETECTIVE* yang diperlihatkan pada gambar 3.2 dengan bahan-bahan pada bagian 1 dan 3 ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.2. Desain alat *DETECTIVE*

Keterangan:

Bagian 1:

Limbah detergen dimasukkan kedalam alat. Sesuai dengan hukum gravitasi, alat ini akan otomatis menyaring limbah detergen. Hasil saringan pada bagian 1 dialirkan menuju bagian 2.

Bagian 2 :

Limbah detergen hasil saringan bagian 1 dialirkan menuju pipa. Pada alat ini diterapkan hukum gravitasi dan kontragravitasi. Dalam hukum gravitasi Universal Newton, bumi yang memiliki massa yang sangat besar menghasilkan gaya gravitasi yang sangat besar pula untuk menarik benda-benda disekitarnya termasuk material yang terdapat bersama air. David Halyday (1978), berpendapat bahwa gravitasi adalah kecenderungan benda untuk jatuh menuju bumi. Apabila teori ini diterapkan pada air keruh, material pengeruh air akan cenderung mengendap atau jatuh ke bumi. David Halyday (1978: 561) mengatakan bahwa, apabila dalam bejana berhubungan belum terjadi kesetimbangan air akan mengalami tekanan ke arah atas (kontra gravitasi) sampai dengan setimbang dengan bejana lainnya yang saling berhubungan (Widayanto dkk., 2011). Kotoran yang ada pada limbah air detergen akan mengendap pada pipa paling bawah. Kotoran hasil saringan dibuang melalui kran yang ada di samping kanan dan kiri bagian 2. Hasil saringan kemudian dialirkan lagi menuju bagian 3.

Bagian 3 :

Bagian ini merupakan tahap akhir absorbsi senyawa dan kotoran yang terdapat pada limbah detergen. Hasil saringan dialirkan menuju tempat pembuangan air/selokan.

Berikut merupakan susunan komposisi bahan *DETECTIVE* pada bagian 1 dan 3.

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 3.3. Bagian 1 dan 3 *DETECTIVE*

Paralon dirangkai sesuai dengan konsep. Kemudian, bahan penyusun pada bagian 1 dan 3 disusun sesuai dengan desain dengan urutan sebagai berikut:

Lapisan 1 : Pasir
Lapisan 2 : Ijuk
Lapisan 3 : Arang tempurung kelapa
Lapisan 4 : Batu zeolit
Lapisan 5 : Ijuk

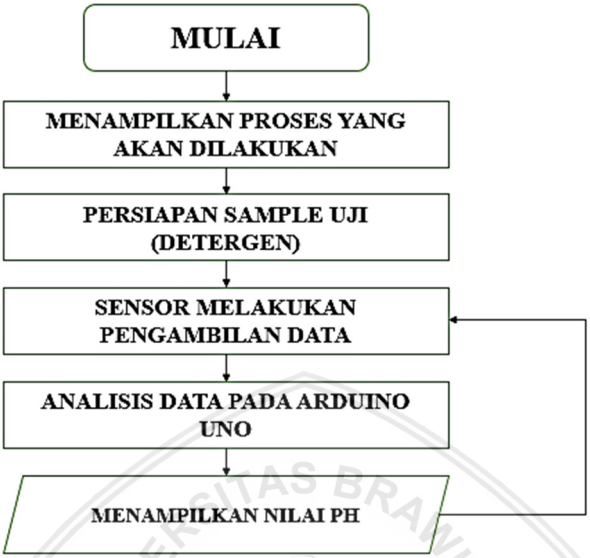
3.4 Pembuatan Rangkaian Sensor pH

Dalam perancangan alat ukur ini penulis membutuhkan beberapa peralatan yang akan digunakan antara lain dapat diketahui pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2. Peralatan Utama dan Pendukung

Nama	Spesifikasi	Jumlah
Peralatan Utama		
Software Arduino Uno	Versi 1.6.9	1
Arduino Uno	Versi R3	1
Sensor pH	SKU: SEN0161	2
Rangkaian Pengondisi Sinyal	Module pH	2
Beard Board		1
Peralatan Pendukung		
Kabel pelangi	Male dan Female	1 meter
Komputer atau Laptop		1

3.4.1 PerancanganSensor pH



Gambar 3.4. Flowchart Rangkain pH

Pada Gambar 3.4, saat alat digunakan mula-mula akan menampilkan perintah proses yang akan dilakukan. Kemudian, ketika dimasukkan cairan uji, sensor pH mulai melakukan pengambilan data. Data akan diperkuat oleh rangkaian pengondisi sinyal dengan range 0-5 Volt. Setelah itu, data akan dikirim ke Arduino untuk di konversi menjadi nilai pH terukur. Kemudian data keluaran sensor diproses sesuai program dan ditampilkan pada display.

3.4.2 Pembuatan Sistem Rangkaian Sensor pH

Dalam pembuatan alat ini, pengukur keasaman menggunakan metode langsung yaitu mencelupkan ujung sensor keasaman cairan yang berupa bola kaca yang sensitif yang kemudian terjadi pertukaran ion antara elektrolit dengan larutan terukur. Pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran potensiometer (pH meter) dapat dilakukan. Setelah mendapatkan nilai tegangan dari keluaran sensor akan diproses pada arduino dan dikonversi ke ADC guna mempermudah pengolahan

data. Kemudian pada papan arduino dilakukan proses perubahan nilai adc kenilai tegangan dengan Persamaan 3.

$$Vph = \frac{Vin}{1023}\ x\ ADC\ sensor \ldots\ldots (3)$$

Dari nilai tegangan yang diperoleh kemudian akan diuji ke beberapa larutan buffer untuk memperoleh persamaan linear 2 variabel ax + by = c. Dari persamaan tersebut akan digunakan sebagai persamaan untuk mengetahui nilai pH dari probe pH. Program yang sudah siap (hingga menampilkan nilai pH), selanjutnya di upload ke papan arduino uno untuk selanjutnya diaplikasikan ada *DETECTIVE.*

3.5 Pengujian Sistem

Pada penelitian kali ini, ada beberapa proses pengujian sistem yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Lebih detailnya sebagai berikut.

3.5.1 Pengujian Rangkaian Sensor pH

Pengujian terhadap sensor pH dilakukan dengan cara melaksanakan kalibrasi menggunakan beberapa larutan buffer. Pada proses pengujian ini, akan diperoleh program yang akan digunakan untuk tahapan penelitian selanjutnya.

3.5.2 Pengujian Kadar pH

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan 3 sampel detergen, yaitu:

Tabel 3.3 Sampel Detergen

Sampel	Kadar Detergen (gram)	Kadar Air (liter)
Sampel 1	5	5
Sampel 2	10	5
Sampel 3	15	5

Dari ketiga sampel, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan *DETECTIVE*. Sampel awal dan akhir diuji kadar pH menggunakan rangkaian sensor pH dan data yang diperoleh digunakan untuk mengetahui selisih penurunan pH (ΔpH).

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

3.5.3 Pengujian Material Filter DETECTIVE System

Pengujian ini dilakukan dengan memvariasi kedalaman dari material filter pada bagian 1 dan 3 pada *DETECTIVE* System. Filter yang diberi perlakuan yaitu material zeolit. Hal ini dikarenakan, pada penelitian (Maryani, 2010) menyebutkan bahwa zeolit cukup efektif untuk menetralkan kadar pH pada air. Variasi ukuran yang akan dilakukan yaitu:

Tabel 3.4 Variasi Zeolit

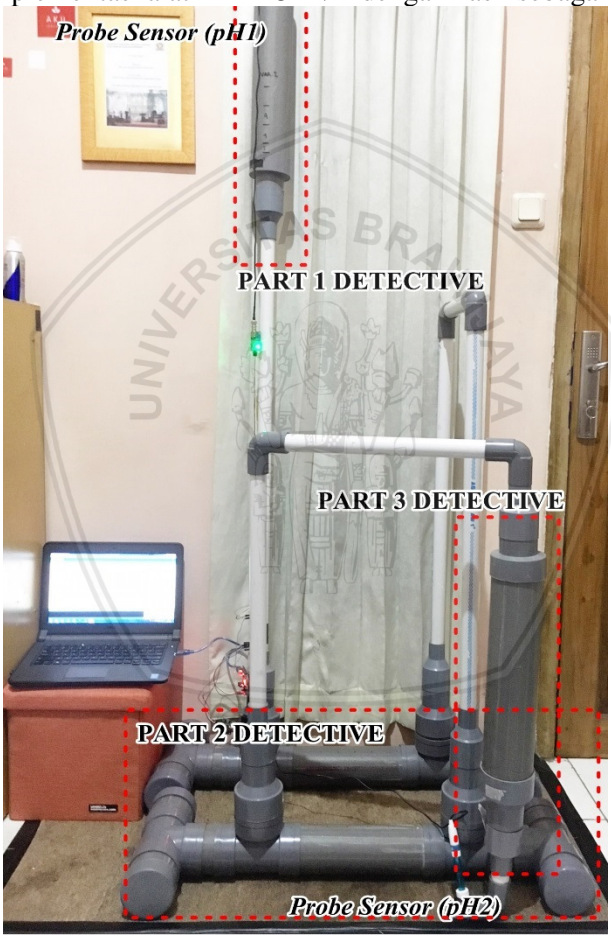
Variasi Zeolit	**Pasir (cm)**	**Ijuk (cm)**	**Arang Tempurung Kelapa (cm)**	**Zeolit (cm)**	**Ijuk (cm)**
Variasi 1	4	4	2	4	4
Variasi 2	4	4	4	4	4
Variasi 3	4	4	6	4	4
Variasi 4	4	4	8	4	4

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan*DETECTIVE System*

DETECTIVE merupakan alat filter detergen yang memiliki 3 bagian yang dapat dilihat papda gambar desain *DETECTIVE*. Dari desain awal yang sudah dibuat oleh penulis, selanjutnya dilakukan proses implementasi alat *DETECTIVE* dengan hasil sebagai berikut.



Gambar4.1. *DETECTIVE*

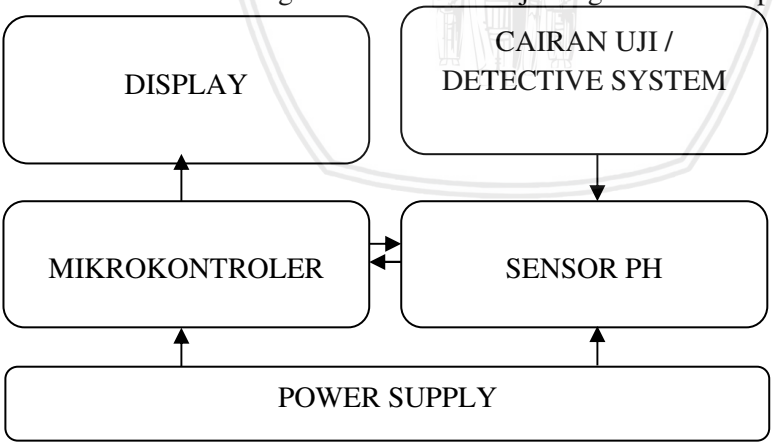
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Gambar 4.2. Part of DETECTIVE

Dari Gambar 4.1, dapat dilihat realisasi dari desain *DETECTIVE System* dan pada Gambar 4.2 dapat dilihat realisasi dari desain masing-masing bagian dari DETECTIVE, dimana probe pH dari rangkaian sensor pH dipasang pada input *part 1 DETECTIVE* dan ouput pada *part 3 DETECTIVE.*

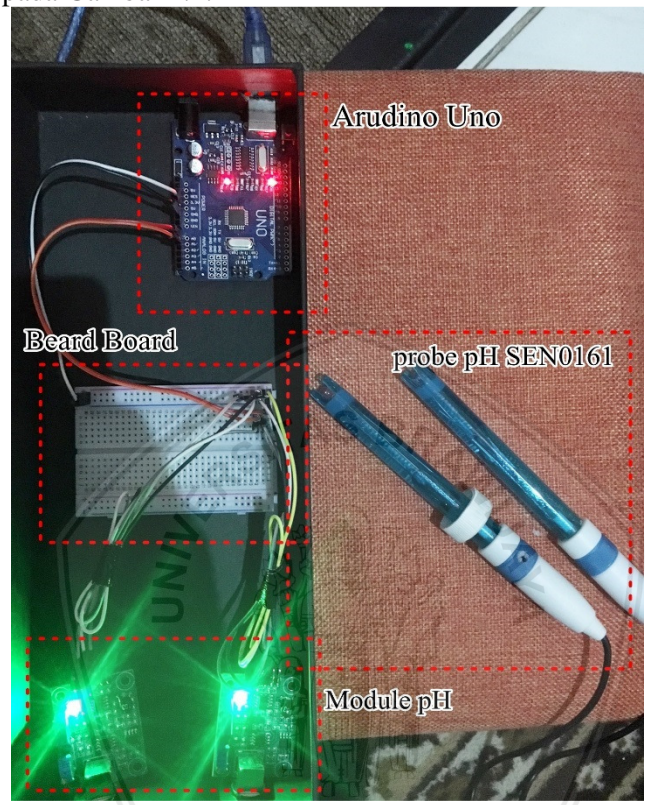
4.2 Hasil Pembuatan RangkaianSensor pH

Sensor pH berfungsi sebagai alat pengukur kadar pH yang diimplementasikan pada proses pengukuran kadar pH larutan detergen sebelum dan sesudah di filter menggunakan *DETECTIVE*. Berikut adalah blok diagram dari sistem kerja rangkaian sensor pH.



Gambar4.3. Blok Diagram Sistem Kerja Alat pH Sensor

Dari blok diagram tersebut, selanjutnya dilakukan proses implementasi menjadi bentuk rangkaian sensor pH yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4. Rangkaian Sensor pH

Dari rangkaian sensor pH yang sudah dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang sudah berjalan sesuai dengan rencana. Untuk menguji data dan karakter keluaran dari sensor sesuai keinginan maka dilakukan pengujian program dengan hasil yang keluar pada Serial Monitor Arduino Uno. Adapun program yang diuji sebagai berikut:

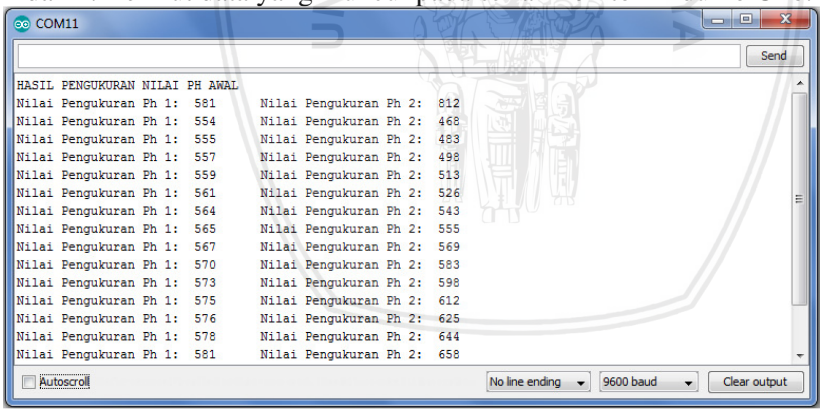
```
const int phSensorPin1  = A0;
const int phSensorPin2  = A1;

void setup()
```

```
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("HASIL PENGUKURAN NILAI PH AWAL");
  }

void loop()
{
  int nilaiPengukuranPh1 = analogRead(phSensorPin1);
  int nilaiPengukuranPh2 = analogRead(phSensorPin2);
  Serial.print("Nilai Pengukuran Ph 1:  ");
  Serial.print(nilaiPengukuranPh1);
  Serial.print("      ");
  Serial.print("Nilai Pengukuran Ph 2:  ");
  Serial.println(nilaiPengukuranPh2);
  delay(1000);
}
```

Dari program tersebut, ingin menampilkan dua data pengukuran pH awal (data analog) yang dihasilkan oleh sensor probe 1 dan 2. Berikut data yang muncul pada serial monitor Arduino Uno.



Gambar 4.5. Hasil Display Nilai ph Awal

Selanjutnya, dari program awal tersebut diatas, dimodifikasi untuk menghasilkan data tegangan yang dihasilkan oleh ke dua probe pH dengan range 0-5 Volt. Tegangan yang masuk dikonversi terlebih dahulu menjadi data digital. Pin analog Arduino dapat menerima nilai hingga 10 bit sehingga dapat mengonversi data analog menjadi

1024 keadaan (2^{10}= 1024). Artinya nilai 0 merepresentasikan tegangan 0 volt dan nilai 1023 merepresentasikan tegangan 5 volt. Data yang sebelumnya analog kemudian dikonversi menjadi data digital. Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut.

Vo=5/2^10 * Nilai Pengukuran pH (4)

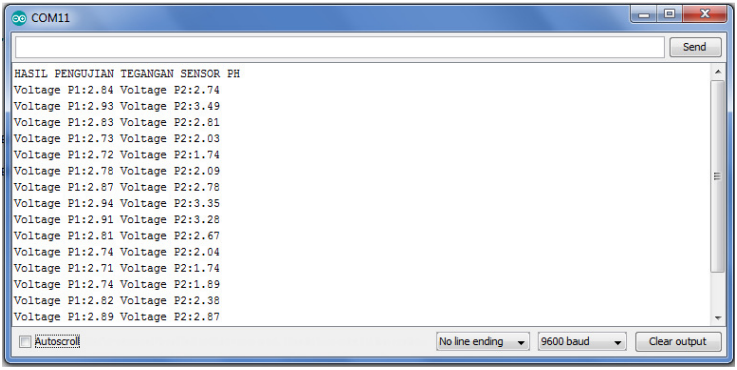
Adapun modifikasi program yang dilakukan yaitu sebagai berikut.

```
------------------------------------------------------
const int phSensorPin1  = A0;
const int phSensorPin2  = A1;

void setup()
{
 Serial.begin(9600);
 Serial.println("HASIL PENGUJIAN SENSOR PH");
   }

void loop()
{
 int nilaiPengukuranPh1 = analogRead(phSensorPin1);
 float TeganganPh1 = 5.0 / 1023.0 * nilaiPengukuranPh1;
 int nilaiPengukuranPh2 = analogRead(phSensorPin2);
 float TeganganPh2 = 5.0 / 1023.0 * nilaiPengukuranPh2;
 Serial.print("Voltage P1:");
 Serial.print(TeganganPh1);
 Serial.print(" ");
 Serial.print("Voltage P2:");
 Serial.println(TeganganPh2);
 delay(1000);
}
------------------------------------------------------
```

Dari program tersebut ingin menampilkan tegangan output dari Probe pH 1 dan pH 2 dengan range 0-5 Volt. Berikut data yang muncul pada Serial Monitor Arduino Uno.



Gambar 4.6. Hasil Pengujian Tegangan Sensor

Dari data yang diperoleh pada gambar diatas menunjukkan bahwa tegangan output kedua probe sudah berada pada range0-5 Volt. Tahapan selanjutnya yaitu pengujian sensor pH untuk mengetahui akurasi dan persamaan yang akan digunakan untuk menampilkan nilai pH pada program. Pengujian dilakukan dengan beberapa larutan buffer yang sudah diketahui nilai pH nya yang kemudian akan diperoleh data tegangan output dari sensor pH. Dari data tersebut akan dicari persamaan pH dari masing-masing probe untuk mengonversi nilai tegangan menjadi pH. Adapun data yang diperoleh untuk Probe 1 (P1) sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Uji Tegangan Output P1dengan Buffer

CAIRAN UJI	OUPUT TEGANGAN 1	PH BUFFER
Buffer 4	2,63 V	4
Buffer 6	2,60 V	6
Buffer 7	2,39 V	7
Buffer 9	2,31 V	9
Buffer 10	2,29 V	10

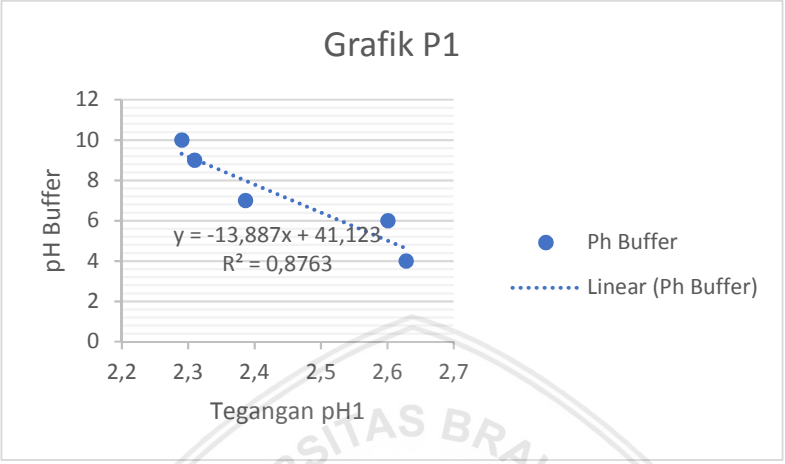
Adapun data yang diperoleh untuk Probe 2 (P2) sebagai berikut:

Tabel 4.2. Hasil Uji Tegangan Output P2 dengan Buffer

CAIRAN UJI	OUPUT TEGANGAN 1	PH BUFFER
Buffer 4	2,39 V	4
Buffer 6	2,34 V	6
Buffer 7	2,19 V	7
Buffer 9	2,16 V	9
Buffer 10	2,13 V	10

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

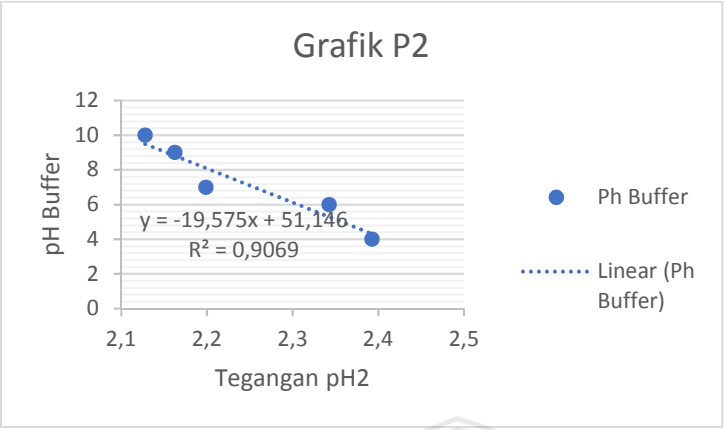
Dari data yang diperoleh kemudian dibuat bentuk grafik untuk menemukan persamaan antara pH dengan tegangan output. Adapun bentuk grafik P1yang diperoleh sebagai berikut:



Gambar 4.7. Grafik P1

Dari grafik diatas, diperoleh persamaan y=-13,887x+41,123 dan R2=0,8763. Persamaan y=-13,887x+41,123 menyatakan bahwa nilai variabel y (pH) dipengaruhi oleh variabel x (Tegangan Output). Dari Gambar diperoleh nilai regresi 0,8763. Hal ini berarti bahwa grafik hubungan antara Tegangan pH1 dengan pH Buffer menunjukkan grafik yang linier. Persamaan y yang diperoleh kemudian dimasukkan pada program awal menjadi P1 = -13.887*TeganganPh1 + 41,123.

Selanjutnya, bentuk grafik P2 yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.8. Grafik P2

Dari grafik diatas, diperoleh persamaan y=-19,575x+51,146 dengan R2=0,9069. Persamaan y=-19,575x+51,146 menyatakan bahwa nilai variabel y (pH) dipengaruhi oleh variabel x (Tegangan Output). Dari Gambar diperoleh nilai regresi 0,9069. Hal ini berarti bahwa grafik hubungan antara TeganganpH2 dengan pH Buffer menunjukkan grafik yang linier. Persamaan y yang diperoleh kemudian dimasukkan pada program awal menjadi P2 = -19.575*TeganganPh2 + 51,146;

Adapun modifikasi program yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

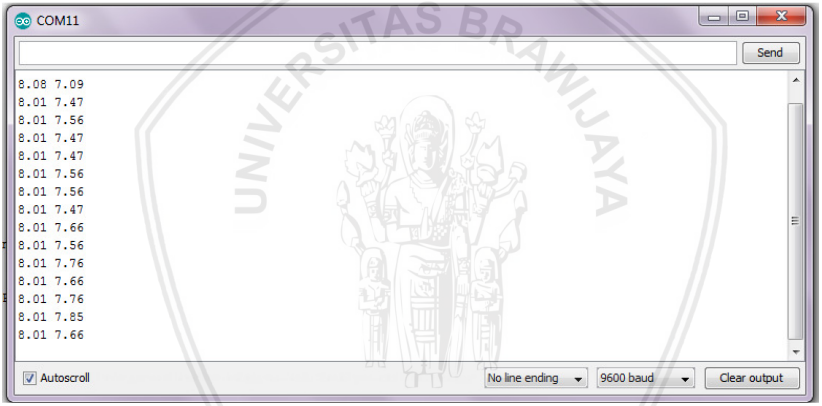
```
const int phSensorPin1  = A0;
const int phSensorPin2  = A1;
float P1=0;
float P2=0;
float Ph1;
float Ph2;

void setup()
{
 Serial.begin(9600);
 Serial.println("HASIL PENGUKURAN NILAI PH");
   }

void loop()
```

```
{
  int nilaiPengukuranPh1 = analogRead(phSensorPin1);
  float TeganganPh1 = 5.0 / 1023.0 * nilaiPengukuranPh1;
  P1 = -13.887*TeganganPh1 + 41,123;
  int nilaiPengukuranPh2 = analogRead(phSensorPin2);
  float TeganganPh2 = 5.0 / 1023.0 * nilaiPengukuranPh2;
  P2 = -19.575*TeganganPh2 + 51,146;
  Serial.print(P1);
  Serial.print(" ");
  Serial.println(P2);
  delay(1000);
}
```

Berikut data yang ditampilkan dari program tersebut pada Serial Monitor Arduino Uno.

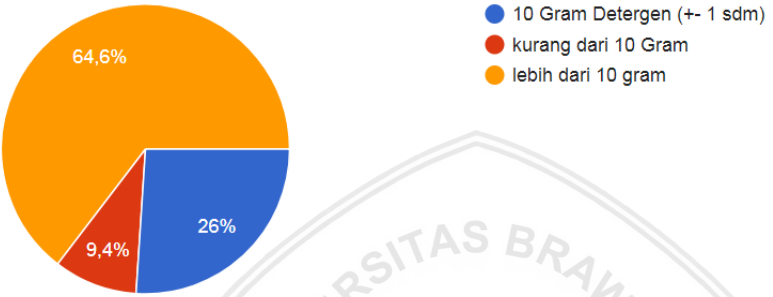


Gambar 4.9. Serial Monitor Nilai pH

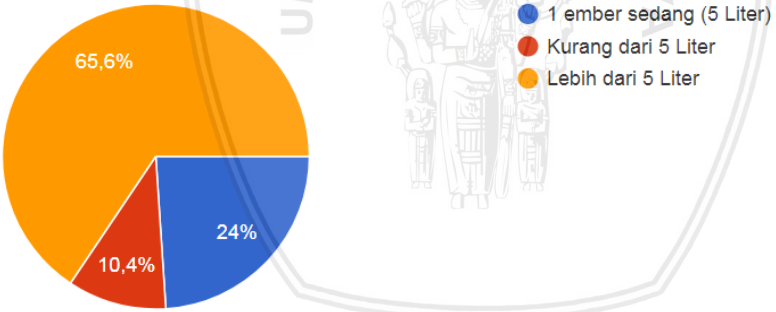
Dari data yang diperoleh melalui proses pengujian pH Sensor, dapat dilihat bahwa kinerja rangkaian sensor pH dan program yang dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkanyaitu diperoleh output nilai pH dari kedua probe sensor pH.Oleh karena itu, rangkaian sensor pH dapat diaplikasikan pada *DETECTIVE* sebagai alat pengukur kadar pH dari limbah detergen sebelum dan sesudah difilter menggunakan *DETECTIVE*.

4.3 Hasil Pengujian Kadar pH pada *DETECTIVE System*

Sebelum melakukan pengujian kadar pH limbah detergen pada *DETECTIVE*, penulis terlebih dahulu melakukan survey untuk mengetahui rata-rata penggunaan detergen (dalam gram) dan penggunaan air saat mencuci per individu (dalam liter). Survey dilakukan kepada 96 responden dengan data yang diperoleh sebagai berikut.



Gambar 4.10. Hasil Survey Penggunaan Detergen Pada 1 Kali Mencuci



Gambar 4.11. Hasil Survey Penggunaan Air Pada 1 Kali Mencuci

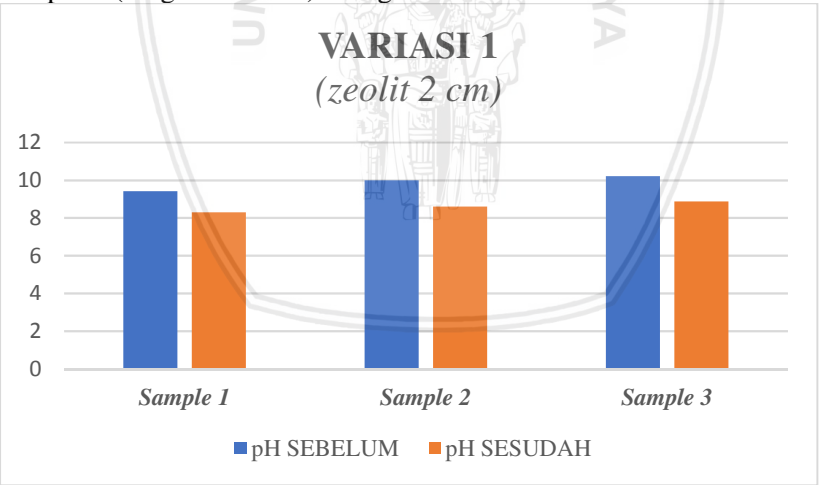
Dari data hasil survey diatas kemudian diambil 3 sampel cairan yang akan difilter pada *DETECTIVE* system dan diuji kadar pH-nya. Sampel detergen yang digunakan yaitu berada pada range 5-15 gram. Hal ini dikarenakan 64,6% responden menggunakan detergen dalam sekali mencuci > 10 gram. Sedangkan penggunaan air pada pengujian ini sebanyak 5 literdengan pertimbangan jika pada sampel dengan konsentrasi yang pekat sudah mengalami penurunan,

makan larutan yang dengan kadar air >5 liter pun akan mengalami penurunan.

Adapun ke tiga sampel tersebut terdiri dari sampel 1 dengan perbandingan detergen dibanding air adalah 5 gram : 5 liter, sampel 2 dengan perbandingan detergen dibanding air adalah 10 gram : 5 liter, sampel 3 dengan perbandingan detergen dibanding air adalah 15 gram : 5 liter. Ketiga sampel tersebut kemudian diuji pada *DETECTIVE* System dengan 3 kali variasi, dengan perbandingan pasir: ijuk: arang tempurung kelapa: zeolit: ijuk yaitu 4cm: 4cm: 4cm: 2cm: 4cm (variasi 1), 4cm: 4cm: 4cm: 4cm: 4cm (variasi 2), dan 4cm: 4cm: 4cm: 6cm: 4cm (variasi 3). Pada proses pengambilan data, menggunakan rangkaian sensor pH yang dipasang pada alat *DETECTIVE* di bagian satu dan bagian tiga *DETECTIVE* untuk menguji limbah detergen sebelum dan sesudah difilter menggunakan *DETECTIVE* System.

4.3.1 Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 1

Adapun hasil dari pengujian material filter dengan variasi 1 pada sampel 1 (5 gram: 5 liter), sampel 2 (10 gram: 5 liter), dan sampel 3 (15 gram: 5 liter) sebagai berikut:

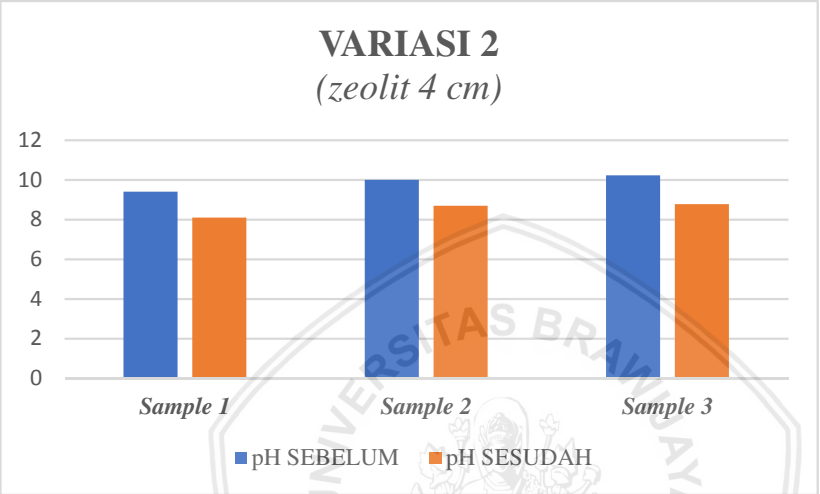


Gambar 4.12. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 1

Dari data yang diperoleh pada variasi 1 *DETECTIVE*, diperoleh efisiensi penurunan sebanyak 12% untuk sampel 1, 14% untuk sampel 2, dan 13% untuk sampel 3.

4.3.2 Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 2

Adapun hasil dari pengujian material filter dengan variasi 2 pada sampel 1 (5 gram: 5 liter), sampel 2 (10 gram: 5 liter), dan sampel 3 (15 gram: 5 liter) sebagai berikut:

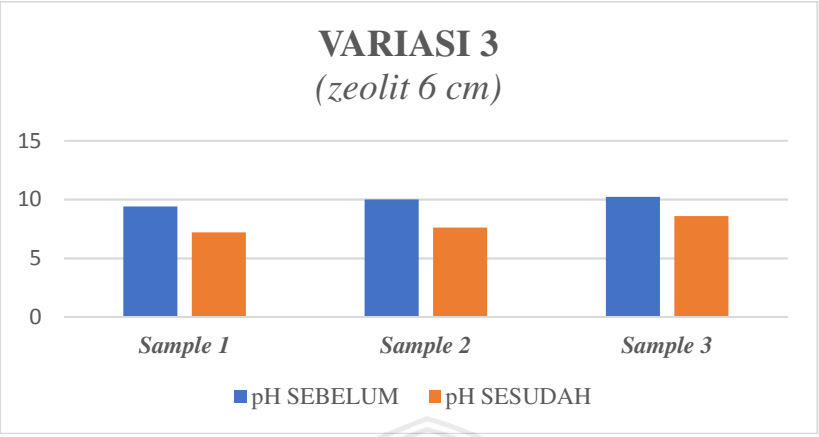


Gambar 4.13. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 2

Dari data yang diperoleh pada variasi 2 *DETECTIVE*, diperoleh efisiensi penurunan sebanyak 14% untuk sampel 1, 13% untuk sampel 2, dan 14% untuk sampel 3.

4.3.3 Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 3

Adapun hasil dari pengujian material filter dengan variasi 3 pada sampel 1 (5 gram: 5 liter), sampel 2 (10 gram: 5 liter), dan sampel 3 (15 gram: 5 liter) sebagai berikut:

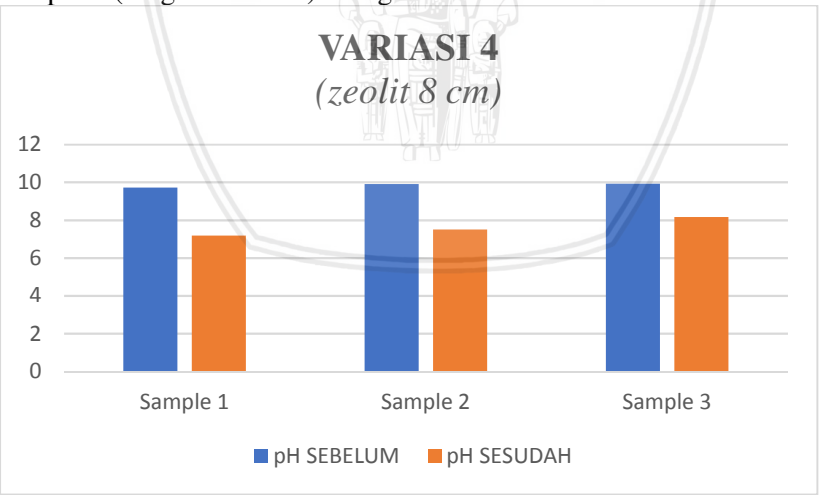


Gambar 4.14. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 3

Dari data yang diperoleh pada variasi 3 *DETECTIVE*, diperoleh efisiensi penurunan sebanyak 23% untuk sampel 1, 24% untuk sampel 2, dan 16% untuk sampel 3.

4.3.4 Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 4

Adapun hasil dari pengujian material filter dengan variasi 4 pada sampel 1 (5 gram: 5 liter), sampel 2 (10 gram: 5 liter), dan sampel 3 (15 gram: 5 liter) sebagai berikut:



Gambar 4.15. Hasil Pengujian Sampel Pada Variasi 4

Dari data yang diperoleh pada variasi 4 *DETECTIVE*, diperoleh efisiensi penurunan sebanyak 26% untuk sampel 1, 24% untuk sampel 2, dan 18% untuk sampel 3.

Dari hasil pengujian, selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi penurunan kadar pH pada detergen yang difilter menggunakan DETECTIVE dengan rumus sebagai berikut:

$$\textbf{Efisiensi (dalam \%)} = \frac{(pH\ 1 - pH\ 2)}{pH1} \textbf{x 100} \quad (5)$$

Adapun data perhitungan efisiensi penurunan kadar pH dari masing-masing variasi pada sampel 1 (5 gram detergen : 5 L air) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3. Efisiensi Penurunan Kadar pH pada Sampel 1

Variasi	Efisiensi
Variasi 1 *(zeolit 2 cm)*	12%
Variasi 2 *(zeolit 4 cm)*	14%
Variasi 3 *(zeolit 6 cm)*	24%
Variasi 4 *(zeolit 8 cm)*	26%

Data perhitungan efisiensi penurunan kadar pH dari masing-masing variasi pada sampel2 (10 gram detergen : 5 L air) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4. Efisiensi Penurunan Kadar pH pada Sampel 2

Variasi	Efisiensi
Variasi 1 *(zeolit 2 cm)*	14%
Variasi 2 *(zeolit 4 cm)*	13%
Variasi 3 *(zeolit 6 cm)*	24%
Variasi 4 *(zeolit 8 cm)*	24%

Data perhitungan efisiensi penurunan kadar pH dari masing-masing variasi pada sampel3 (15 gram detergen : 5 L air) dapat dilihat pada tabel berikut:

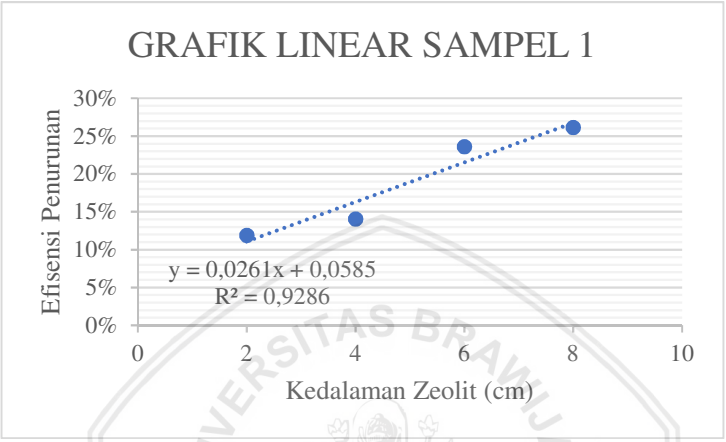
Tabel 4.5. Efisiensi Penurunan Kadar pH pada Sampel 3

Variasi	Efisiensi
Variasi 1 *(zeolit 2 cm)*	13%
Variasi 2 *(zeolit 4 cm)*	14%
Variasi 3 *(zeolit 6 cm)*	16%
Variasi 4 *(zeolit 8 cm)*	18%

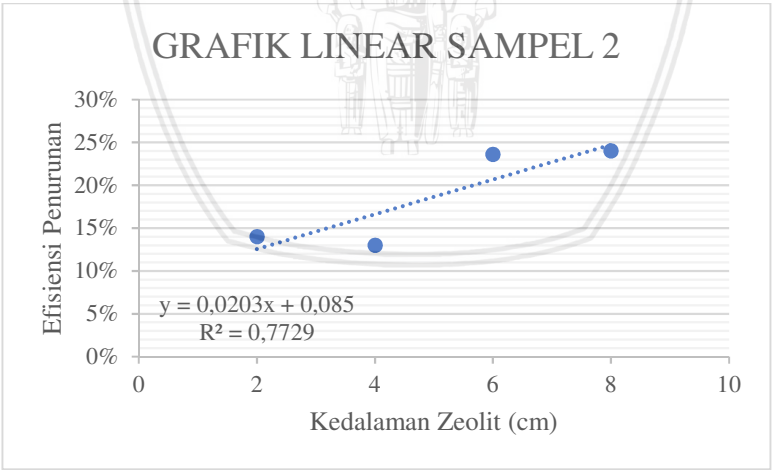
repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Dari data tersebut, kemudian dikonversi dalam bentuk grafik dan beberapa persamaan untuk melihat pengaruh kedalaman zeolit terhadap efisiensi penurunan kadar pH detergen. Adapun grafik efisiensi dapat dilihat pada gambar berikut.

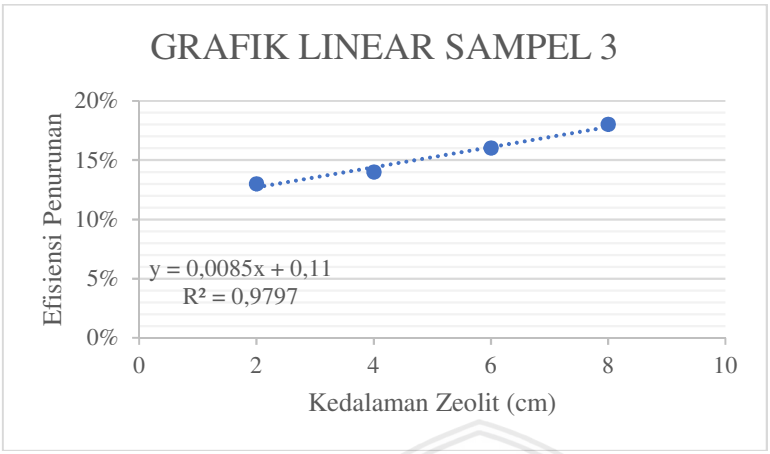
4.3.5 Grafik Linear Efisiensi VS Kedalaman Zeolit



Gambar 4.16. Grafik Linear Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 1

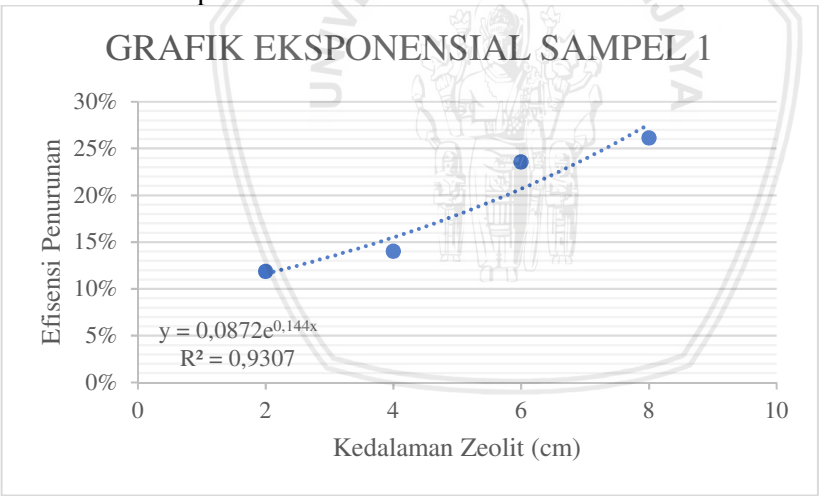


Gambar 4.17. Grafik Linear Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 2

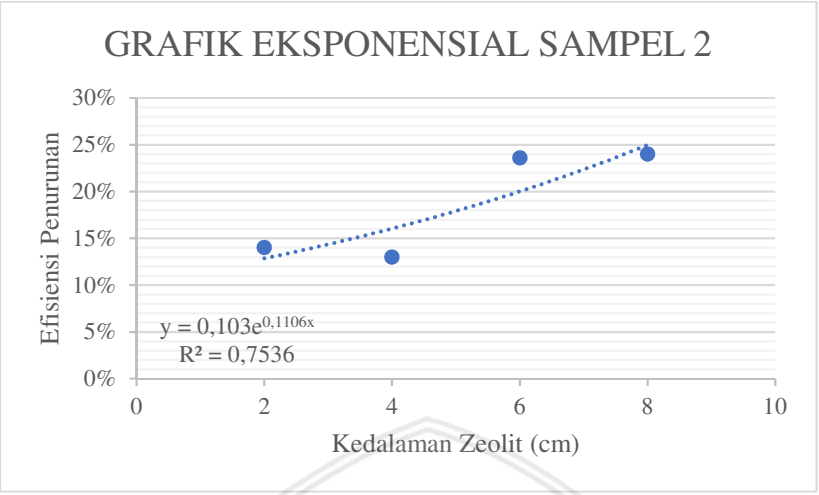


Gambar 4.18. Grafik Linear Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 3

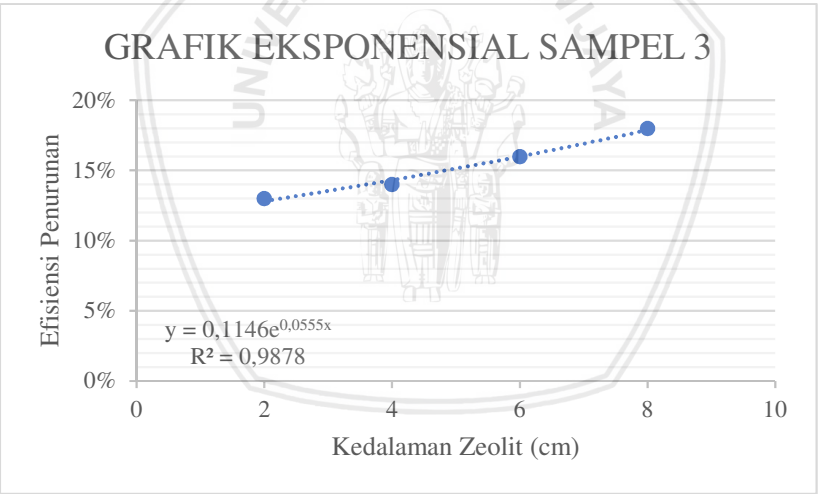
4.3.6 Grafik Eksponensial Efisiensi VS Kedalaman Zeolit



Gambar 4.19. Grafik Eksponensial Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 1

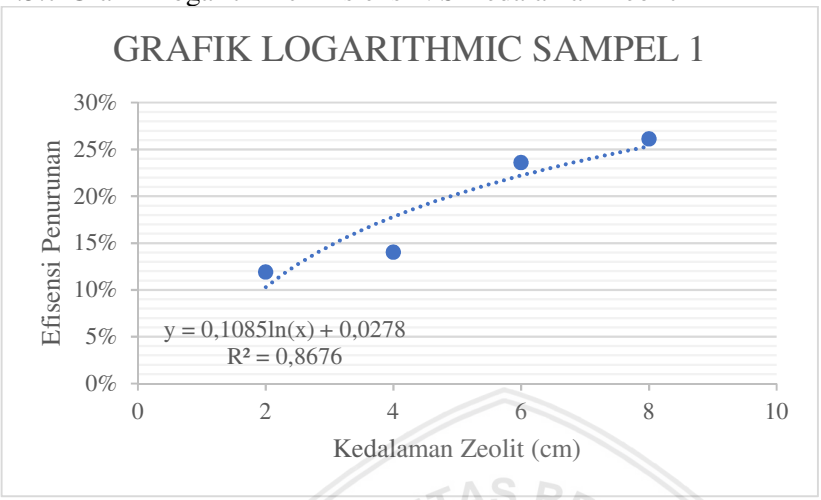


Gambar 4.20. Grafik Eksponensial Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 2

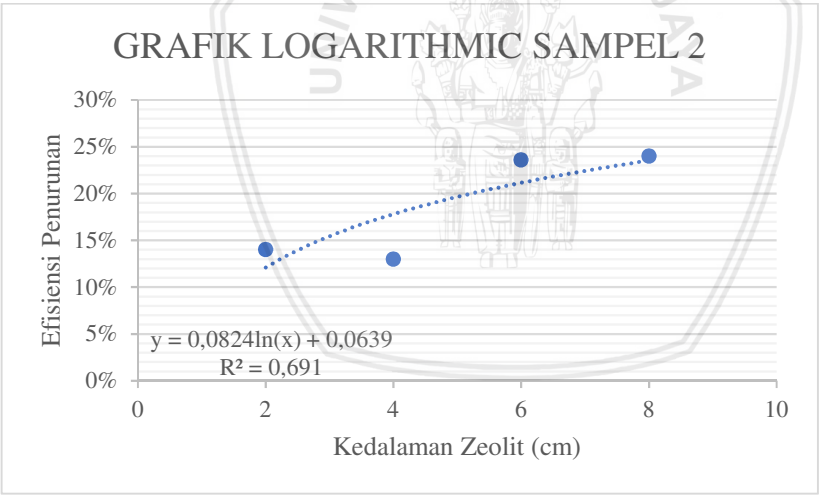


Gambar 4.21. Grafik Eksponensial Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 3

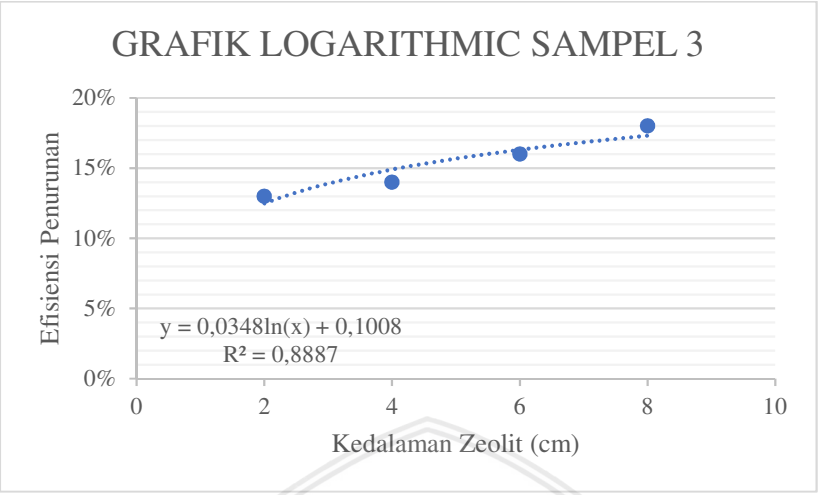
4.3.7 Grafik Logarithmic Efisiensi VS Kedalaman Zeolit



Gambar 4.22. Grafik Logarithmic Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 1



Gambar 4.23. Grafik Logarithmic Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 2



Gambar 4.24. Grafik Logarithmic Efisiensi Penurunan Kadar pH terhadap Kedalaman Zeolit Sampel 3

Dari beberapa grafik dan tabel perhitungan diatas, dapat dilihat bahwa besar kedalaman zeolit pada *DETECTIVE* akan semakin meningkatkan efisiensi penurunan kadar pH detergen. Sehingga untuk memprediksi tingkat efisiensi penurunan kadar pH dapat dengan menentukan kedalaman zeolit pada alat *DETECTIVE* dengan menggunakan pendekatan persamaan yang diperoleh dikarenakan R^2 yang diperoleh mendekati 1 ($R^2 > 0,7$), dimana x adalah kedalaman zeolit (cm) dan y adalah efisiensi penurunan kadar pH (%).

Dari penelitian yang sudah dilakukan, menunjukkan bahwa DETECTIVE dapat menurunkan kadar pH detergen menuju nilai pH mendekati netral (nilai pH = 7). Penurunan kadar pH akan semakin besar sejalan dengan penambahan kedalaman zeolit pada bagian 1 dan bagian 3 alat *DETECTIVE.*

repository.ub.ac.id

(halaman ini sengaja dikosongkan)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

BAB V
PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat *DETECTIVE* yang dilengkapi dengan rangkaian sensor pH untuk monitoring kadar pH detergen dapat menurunkan kadar pH detergen dengan efisiensi penurunan kadar pH detergen terbaik diberikan oleh variasi 4 (zeolit 8 cm), yaitu 26% pada sampel 1, 24% pada sampel 2, dan 18% pada sampel 3.
2. Efisiensi penurunan kadar pH detergen sebanding dengan penambahan ketebalan zeolit pada *DETECTIVE*.

5.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, diberikan saran sebagai berikut.

1. Perlu adanya penelitian lanjutan terkait ketepatan desain dan ukuran yang digunakan pada desain *DETECTIVE* System.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan terkait ukuran material filter yang digunakan pada bagian 1 dan bagian 3 *DETECTIVE* System.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui titik jenuh alat *DETECTIVE* System dalam memfilter kadar pH detergen.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

repository.ub.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Arizuna, Mutiara, Djoko Suprapto, dan Max R. Muskananfola. 2014. *Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dalam Air Pori Sedimen di Sungai Dan Muara Sungai Wedung Demak*.Diponegoro Journal Of Maquares Volume 3, Nomor 1, Tahun 2014, Halaman 7-16. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares.

Budiawan, Y. dan Fatisal N. Kharani. 2009. *Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS) sebagai Bahan Detergen Pembersih*. Makara Sains. 13(2):125-133.

DFRobot. 2018. *PH meter* (SKU: SEN0161). https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161) (daikses pada 06 Mei 2018).

Ecadio. 2018. Beda Arduino UNO vs Nano vs Mega 2560 vs Pro Mini. http://ecadio.com/beda-dan-perbandingan-arduino-uno-dengan-nano-pro-mini-mega-2560 (diakses pada 08 Mei 2018).

Effendi, Ilham. 2014. *Pengertian dan Kelebihan Arduino*. https://www.it-jurnal.com/pengertian-dan-kelebihan-arduino/ (diakses 05 Mei 2018).

Grayson. 1983. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd. New York: Wiley Interscience.

Herawati, Rosita dan Yulianto Tejo Putranto. 2013. *Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino*. Semarang: Fakultas Ilmu Komputer UNIKA Soegijapranata. Proxies - Volume 2 - Nomor 1.

Heyne, K., 1950. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid I. Terjemahan oleh Badan Litbang Kehutanan, Jakarta. 615 p.

Ikhwan, Zainul. 2014. *Efektivitas Penggunaan Arang Batok Kelapa Sebagai Media Penyaring Penurunan Kadar Besi Dan Mangan Pada Penjernihan Air Kolam Penambangan Batu Bauksit*. Jurnal Kesehatan, Volume V, Nomor 2,Oktober 2014, hlm 150-153.

Juliantara, I Ketut Putra. 2011. *Polutan Detergen.* https://www.kompasiana.com/ikpj/polutan-detergen_550ad1da813311f017b1e23d (diakses tanggal 05 Mei 2018).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Kamiswari, Rizky, M. Thamrin Hidayat, dan Yuni Sri Rahayu. 2011. *Pengaruh Pemberian Detergen terhadap Mortalitas Ikan Platy sp.*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. Jurnal Lentera Bio ISSN: 2252-3979 http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio.

Lestari, Dewi Yuanita. 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari berbagai Negara*. Yogyakarta: Jurdik Kimia UNY.

Noorulil, Bayu dan Ratna Adil. 2010. *Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink*. Surabaya: Kampus PENS – ITS.

Pambayun, Gilar S., Yulianto, R.Y.E., Rachimoellah, M., dan Putri, Endah M.M. 2013. *Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Temourung Kelapa dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah*. Surabaya: ITS.

Rahmawati, Anis. 2009. *Efisiensi Filter Pasir-Zeolit dan Filter Pasir Arang Tempurung Kelapa dalam Rangkaian Unit Pengolahan Air Untuk Mengurangi Kandungan Mangan dalam Air*. Surakarta: Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan FKIP Universitas Sebelas Maret.

Santoso, A. D. 2007. *Kandungan Zat Hara Fosfat pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun Lampung*. Jakarta: Jurnal Teknologi Lingkungan.

Saryati, Sumardji, Sutisna A. Handayani dan S. Suprapti. 2001. *Karakteristik Arang Pasaran Untuk Pemurnian Air*. Jurnal Sains Materi Indonesia. III (1). Hal. 20-26.

Siwindarto, Ponco. 2013. *Prinsip Pengkondisian Sinyal*. http://instrumentasi.lecture.ub.ac.id/prinsip-pengkondisian-sinyal/. (diakses pada tanggal 05 Mei 2018).

Smulders, E.. 2002. *Laundry Detergents.* Jerman: Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim,.

Sopiah, R.N dan Chaerunisah. 2006. *Laju Degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzena Sulfonat (LAS) pada Limbah Detergen Secara Anaerob Pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon*. Jurnal Teknik Lingkungan. 7(3):243-250.

Suastuti, Ni G. A. M Dwi Adhi, I Nengah Simpen, dan Nanik Ayumi. 2015. *Efektivitas Penurunan Kadar Surfaktan Linier Alkil*

Sulfonat (Las) Dan Cod Dari Limbah Cair Domestik Dengan Metode Lumpur Aktif. Bali: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Jurnal Kimia 9 (1), Januari 2015: 86-92

Sudjoko. 2008. *Pendidikan Lingkungan Hidup Edisi 1*. Jakarta: Universitas Terbuka.

Suryati. 2013. *Potensi Serat Ijuk untuk Penguat Komposit untuk Aplikasi Genteng Polimer.* Aceh: Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Utama, Mahestra Putra, Rahayu Kusdarwati, dan Adriana Monica Sahidu. 2017. *Pengaruh Penggunaan Filtrasi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) Air Tambak Kecamatan Jabon, Sidoarjo*. Journal of Marine and Coastal Science, Vol. 6 No.1, Februari 2017

Widayanto, T., Pratama, A. S dan Sari, D. O. 2011. *Inovasi Teknologi Tepat Guna Ipass Kontragraft Water Filter Smart Solution untuk Mendapatkan Air Bersih Di Kabupaten Kudus*. Extendeed Abstrack Pusat Litbang Sumber Daya AirBadan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum.

repository.ub.ac.id

(halaman ini sengaja dikosongkan)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA