

TUGAS AKHIR

STUDI KUAT MEDAN MAGNET PADA SOLENOIDA SEBAGAI ALAT ALTERNATIF PENYARING LIMBAH LOGAM BESI PADA AIR TANAH



Bimo Surya Pratama

NPM: 2012720011

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2019**

FINAL PROJECT

**STUDY OF USING THE MAGNETIC FIELD STRENGTH OF
A SOLENOID AS ALTERNATIVE TOOL FOR IRON METAL
WASTE FILTERING OF GROUNDWATER**



Bimo Surya Pratama

NPM: 2012720011

**DEPARTMENT OF PHYSICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI KUAT MEDAN MAGNET PADA SOLENOIDA SEBAGAI ALAT ALTERNATIF PENYARING LIMBAH LOGAM BESI PADA AIR TANAH

Bimo Surya Pratama

NPM: 2012720011

Bandung, 22 Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing

Risti Suryantari, M.Sc.

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.

Aloysius Rusli, Ph.D.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

STUDI KUAT MEDAN MAGNET PADA SOLENOIDA SEBAGAI ALAT ALTERNATIF PENYARING LIMBAH LOGAM BESI PADA AIR TANAH

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 22 Juli 2019

Meterai Rp. 6000

Bimo Surya Pratama
NPM: 2012720011

ABSTRAK

Permasalahan limbah logam berat pada air tanah masih belum dapat diatasi dengan baik. Penggunaan filter elektromagnetik adalah salah satu cara untuk mengatasi masalah limbah tersebut. Tugas akhir ini akan membahas mengenai pengikatan limbah logam berat khususnya logam besi (Fe) dengan filter elektromagnetik. Filter elektromagnetik dibuat dari solenoida yang diisi dengan media penyaring berupa pasir besi, yang dihubungkan dengan *power supply* yang memiliki *output* arus satu arah, sehingga dapat menimbulkan peristiwa magnetisasi media penyaring didalam solenoida tersebut. Adanya medan magnet di dalam solenoida mengakibatkan partikel logam berat akan diikat oleh media penyaring yang telah termagnetisasi tersebut. Selain untuk memperkuat medan magnet di dalam solenoida pasir besi juga dapat memperlambat laju air yang melewati filter elektromagnetik, sehingga proses pengikatan logam berat akan lebih lama dibandingkan dengan solenoida yang tidak terisi media penyaring. Maka hasil pengikatan logam berat yang terkandung dalam air tanah akan semakin banyak. Berdasarkan eksperimen, besar medan magnet yang dihasilkan filter elektromagnetik bergantung pada kuat arus listrik yang diberikan dan jumlah lilitan. Semakin besar kuat arus listrik dan jumlah lilitan pada solenoida yang diberikan maka akan semakin besar medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida. Akibat dari medan magnet yang semakin besar maka akan semakin banyak partikel logam berat yang akan diikat oleh filter elektromagnetik. Kinerja filter elektromagnetik dapat dioptimalkan dengan memasukkan pasir besi ke dalam filter elektromagnetik karena sesuai dengan teori medan magnet pada solenoida, jika bahan bersifat ferromagnetik dimasukkan ke dalam solenoida, maka kuat medan magnet akan meningkat. Kadar logam besi (Fe) pada air tanah dari salah satu perumahan di Bandung timur sebesar 8,35 mg/L. Kadar logam besi tersebut merupakan kadar yang melebihi batas maksimal untuk digunakan menurut keputusan Menteri Kesehatan RI No.907/MENKES/SK/VII/2012. Batas maksimal kadar logam besi menurut peraturan tersebut adalah 0,3 mg/L. Penelitian ini telah mencapai kadar logam besi sebesar 0,2 mg/L untuk filter elektromagnetik dengan 1000 lilitan melalui enam kali penyaringan dengan setiap kali penyaringan diberi masing-masing arus sebesar 0,5 - 1,0 ampere dan kondisi air tanah yang sudah mejadi jernih dan tidak berbau.

Kata-kata kunci: medan magnet, solenoida, pasir besi, limbah, logam berat, air tanah

ABSTRACT

The problem of heavy metal waste in groundwater still cannot be overcome properly. The use of electromagnetic filter is one way to overcome the problem of waste. This final project will discuss the binding of heavy metal waste, especially iron (Fe) metal with electromagnetic filter. An electromagnetic filter is made from solenoids which are filled with filter medium in the form of iron sand, which is connected to the power supply which has output direct current, so that it can cause filter medium become magnetized in the solenoid. The presence of a magnetic field in the solenoid, results in heavy metal particles be bound by the magnetized filter medium. In addition to strengthening the magnetic field in iron sand solenoids it can also slow the velocity of water flowing through an electromagnetic filter, so that the binding results of heavy metals will be more than the solenoids that are not filled with filter medium. Then the binding process of heavy metals contained in ground water will be even greater. Based on experiments, the magnitude of the magnetic field produced by the electromagnetic filter depends on the strength of the electric current given and the number of turns. The greater the electric current and the number of turns at the given to solenoid, the greater the magnetic field produced by the solenoid. As a result of the larger magnetic field, more heavy metal particles will be bound by electromagnetic filter. The performance of electromagnetic filter can be optimized by inserting iron sand into the electromagnetic filter because it is in accordance with the magnetic field theory at the solenoid, if the ferromagnetic material is inserted into the solenoid, the magnetic field strength will increase. Grades of iron (Fe) in groundwater from one house in east Bandung amounted to 8.35 mg/L. The ferrous metal content is a grade that exceeds the maximum limit to be used according to the decision of the Indonesian Health Minister No.907/MENKES/SK/VII/2012. The maximum limit of iron metal content according to that regulation is 0.3 mg/L. In this study, iron content of 0.2 mg/L was reached by electromagnetic filter with 1000 turns through six times filtering with each filter given the current of 0.5 - 1.0 amperes and the groundwater becomes clear conditions and does not smell

Keywords: magnetic field, solenoid, iron sand, waste, metal, ground water

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada keluarga khususnya kepada kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan selama ini, juga kepada orang - orang terdekat saya.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Studi Kuat Medan Magnet Sebagai Alat Alternatif Penyaring Limbah Logam Besi Pada Air Tanah". Tugas akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Sains di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan dan sebagai bukti nyata dalam mewujudkan pengembangan institusi dalam bidang penelitian.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Tetapi, penulis mengalami berbagai kendala baik dari segi proses penyusunan maupun waktu penyusunannya. Ini semua disebabkan oleh kemampuan dan pengetahuan yang terbatas. Tetapi atas tekad dan kemauan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta bantuan dari semua pihak yang terlibat, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga dari hasil kerja keras penulis dalam menyusun tugas akhir ini, diharapkan dapat menjadi acuan dalam menambah wawasan untuk kita semua. Sehingga pada kesempatan ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis selalu diberikan kekuatan dan semangat juga keyakinan, keikhlasan, dan kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Ibu Risti Suryantari, M.Sc., selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing utama yang selalu memberi masukan dan nasihat agar tugas akhir dilakukan dengan baik.
3. Dr. Freddy Haryanto, selaku dosen dari ITB yang telah membimbing dan membantu menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D., selaku dosen penguji yang memberi masukan dan nasihat agar tugas akhir dilakukan dengan baik.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Fisika yang telah mendidik dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan yang cukup banyak yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari.
6. Kepala Lab FMIPA ITB yang telah memberikan izin untuk penelitian ini.
7. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan moral, materi, dan spiritual serta pengorbanan dan doa tulus selama penulis menjalani program pendidikan, serta menjadi alasan utama penulis untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana ini dengan sebaik-baiknya.
8. Dinne Fauziyyah, AMD.Keb. yang telah membantu dan menyemangati penulis agar menyelesaikan pendidikan Sarjana.
9. Teman-teman Program Studi Fisika yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penulisan penelitian ini.
10. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dan memberi dukungan, bantuan sehingga presentasi kasus ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang dan penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT, memberikan balasan atas jasa yang telah lakukan dan menjadi yang terbaik bagi kita semua.

Aamiin Ya Rabbal alaamiin.

Bandung, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
1.6 Metodologi	2
1.7 Sistematika Pembahasan	2
2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Hukum Ampere	5
2.2 Medan Magnet didalam Solenoida	6
2.3 Penyaring Elektromagnetik	7
2.4 Pasir Besi Sebagai Media Penyaring Logam Berat	8
2.5 Air Tanah	9
2.6 Logam Berat	9
2.6.1 Besi (Fe)	10
2.6.2 Mangan (Mn)	10
3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Bagan Alir Penelitian	11
3.2 Tempat Penelitian	12
3.3 Alat dan Bahan	12
3.3.1 Pembuatan Solenoida Pada Paralon	12
3.3.2 Membuat Medan Magnet dengan Solenoida	13
3.3.3 Menghitung dan Mengukur Medan Magnet di dalam Solenoida	14
3.4 Prosedur Penelitian	14
3.5 Analisis	15
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil	17
4.1.1 Hasil Pengukuran Medan Magnet	17
4.1.2 Hasil Pengujian Sampel Air	20
4.2 Pembahasan	21
5 KESIMPULAN DAN SARAN	25

5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	26
DAFTAR REFERENSI	27
A ALAT DAN BAHAN	29
B PENYARINGAN	31
C SURAT-SURAT	33

DAFTAR GAMBAR

2.1	Jalur sembarang yang melampirkan arus listrik, untuk hukum Ampere. Jalan dibagi menjadi beberapa bagian dengan panjang Δl yang sama. Arus total yang dilingkupi oleh jalur yaitu $I_{enc} = I_1 + I_2$	5
2.2	(a) Medan magnet yang dihasilkan oleh beberapa putaran kawat dari solenoida, (b) Medan magnet seragam untuk semua putaran kawat yang rapat.	6
2.3	Medan magnet pada solenoida yang ditentukan dengan hukum Ampere.	7
2.4	Skema Filter Elektromagnetik.	7
2.5	Garis-garis medan magnet pada solenoida.	8
3.1	Skema Penelitian.	11
3.2	Sensor Medan Magnet.	12
3.3	Monitor sensor medan magnet untuk mengetahui hasil pengukuran medan magnet.	12
3.4	Solenoida yang dililitkan pada paralon dengan berbeda-beda. (A) N sebanyak 200 lilitan. (B) N sebanyak 400 lilitan. (C) N sebanyak 600 lilitan. (D) N sebanyak 750 lilitan. (E) N sebanyak 1000 lilitan.	13
3.5	Skema Filter Elektromagnetik yang Dihubungkan dengan <i>Power Supply DC</i> , Amperemeter dan Voltmeter.	13
3.6	Skema perakitan filter elektromagnetik hingga siap untuk dilewatkan air.	15
4.1	Pengukuran medan magnet pada solenoida dengan 200 lilitan dan dialiri arus sebesar 0,5 ampere dengan menggunakan sensor medan magnet.	18
4.2	Pengukuran medan magnet pada solenoida dengan 400 lilitan dan dialiri arus sebesar 1,0 ampere dengan menggunakan sensor medan magnet.	19
4.3	Sampel air tanah awal yang berwarna agak kuning dan berbau yang terkandung logam Fe (besi) di dalamnya.	20
4.4	Sampel air tanah awal dan yang sudah melewati filter elektromagnetik. (a) Air tanah (sampel awal). (b) yang sudah melwati filter N = 200. (c) yang sudah melwati filter N = 400. (d) yang sudah melwati filter N = 600. (e) yang sudah melwati filter N = 750. (f) yang sudah melwati filter N = 1000.	20
4.5	Grafik besar medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida berdasarkan rumus.	21
4.6	Grafik besar medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida berdasarkan sensor medan magnet.	22
4.7	Grafik nilai perbedaan medan magnet antara perhitungan dengan menggunakan rumus (persamaan 2.5) dengan pengukuran menggunakan sensor medan magnet.	22
4.8	Grafik kandungan Fe pada air tanah sebelum dilewatkan filter elektromagnetik dan sesudah dilewatkan filter elektromagnetik. (catatan : 0 adalah kandungan awal air tanah yang belum melwati filter).	23
A.1	(a) <i>Power supply DC</i> dengan penunjuk digital (b) amperemeter (c) Kabel penghubung (d) <i>Power supply DC</i> dengan penunjuk jarum (e) Sensor medan magnet merek vernier dengan yang terhubung dengan monitornya (f) Sensor medan magnet yang lainnya dihubungkan dengan monitor (g) Sensor pendeteksi medan magnet.	29

A.2	(a) Kawat tembaga (b) Paralon ukuran 1/4 inci (c) Kawat tembaga yang di lilitkan pada paralon (solenoida) (d) saringan akuarium (e) Pasir besi yang baru dibeli (f) Pasir besi yang akan dimasukkan ke dalam solenoida paralon (g) Kain kasa (h) Sambungan paralon ukuran 1/4 inci (i) salah satu filter elektromagnetik yang sudah siap digunakan.	29
B.1	(a) Proses penyaringan air tanah dengan filter elektromagnetik yang dihubungkan dengan <i>Power supply DC</i> (b) Proses penyaringan air tanah dengan filter elektromagnetik yang dihubungkan dengan <i>Power supply DC</i> dengan arus yang berbeda (c) Perbandingan air tanah yang sudah saring dan yang belum (d) Hasil air yang akan diuji kandungan logam besinya.	31

DAFTAR TABEL

4.1	Tabel medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida dengan 200 lilitan dengan panjang 0,090 m jika diberi arus 0,5 - 1,0 ampere	17
4.2	Tabel medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida dengan 400 lilitan dengan panjang 0,185 m jika diberi arus 0,5 - 1,0 ampere	18
4.3	Tabel medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida dengan 600 lilitan dengan panjang 0,280 m jika diberi arus 0,5 - 1,0 ampere	18
4.4	Tabel medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida dengan 750 lilitan dengan panjang 0,335 m jika diberi arus 0,5 - 1,0 ampere	19
4.5	Tabel medan magnet yang dihasilkan oleh solenoida dengan 1000 lilitan dengan panjang 0,350 m jika diberi arus 0,5 - 1,0 ampere	19
4.6	Tabel selisih medan magnet dalam satuan militesla antara rumus dan sensor medan magnet jika diberi arus 0,5 - 1,0 ampere	20
4.7	Tabel Kandungan Fe pada setiap sampel air	21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya alam yang diperlukan untuk hidup orang banyak, bahkan untuk semua makhluk hidup. Oleh karena itu, sumber daya air harus dilindungi dari pencemaran agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia dan makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijak, dengan memperhitungkan kebutuhan generasi sekarang maupun generasi penerus. Penghematan dan pelestarian sumber daya air harus ditanamkan pada setiap pengguna air.

Air yang dapat digunakan untuk keperluan makhluk hidup adalah air yang jernih, bening, tidak berwarna, tawar, dan tidak berbau. Untuk itu, persediaan air bersih sangat diperlukan untuk mendukung berbagai macam kebutuhan dan aktivitas manusia dan makhluk hidup lain sehari-hari. Semakin meningkatnya jumlah penduduk maka jumlah persediaan sumber daya air harus dibuat lebih banyak. Bagi daerah yang tidak menggunakan atau belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM biasanya masyarakat memanfaatkan air yang berasal dari air tanah (sumur, sumur bor), air sungai, air hujan, mata air gunung dan sumber air lainnya.

Dilihat dari kedalamannya, air tanah dapat digolongkan menjadi air tanah dangkal (0 - 40 m) dan air tanah dalam (> 40 m). Umumnya masyarakat menggunakan air tanah yang berasal dari air tanah dangkal. Air tanah dalam biasanya dikonsumsi oleh industri. Air tanah sering mengandung zat besi (Fe) dan Mangan (Mn) cukup besar. Adanya kandungan Fe dan Mn dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara [1]. Disamping dapat mengganggu kesehatan (terutama kulit) juga menimbulkan bau yang kurang enak, menyebabkan warna kuning pada dinding dan bak kamar mandi serta bercak-bercak kuning ketika mencuci pakaian dan alat rumah tangga lainnya.

Untuk menanggulangi masalah tersebut, perlu dilakukan upaya penyediaan sistem alat pengolah air yang dapat menghilangkan atau mengurangi kandungan besi dan mangan yang terdapat dalam air sumur atau tanah. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas air tanah yakni dengan menggunakan filter elektromagnetik dengan cara memagnetisasi pasir besi sebagai media penyaringnya. Filter elektromagnetik dibuat dari solenoida yang diisi dengan media penyaring, yang dihubungkan dengan *power supply* dengan *output* arus satu arah, sehingga dapat menimbulkan peristiwa magnetisasi media penyaring di dalam solenoida tersebut. Terdapat berbagai parameter yang berpengaruh terhadap efektifitas penyaringan dengan filter elektromagnetik, seperti media penyaring yang digunakan, kuat arus yang diberikan, dan jumlah lilitan pada solenoida. Pada tugas akhir ini akan dibahas mengenai pengaruh parameter - parameter tersebut terhadap kuat medan magnet yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam tulisan ini akan dibahas mengenai konsentrasi media penyaring di dalam solenoida dan variasi jumlah lilitan pada solenoida. Menggunakan pasir besi sebagai media penyaring, terhadap kuat medan magnet yang dihasilkan. Pembahasan ini juga akan mendalami mekanisme bagaimana

solenoida yang berisi media penyaring dapat menyaring kandungan logam besi dalam air.

1.3 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi media penyaring di dalam solenoida menggunakan pasir besi, terhadap kuat medan magnet yang dihasilkan.
2. Mempelajari pengaruh variasi lilitan pada solenoida terhadap kuat medan magnet yang dihasilkan.
3. Mempelajari efektifitas penggunaan filter elektromagnetik pada berbagai konsentrasi media penyaring dan variasi lilitan, untuk menurunkan kadar logam besi pada limbah air.

1.4 Manfaat

Memberikan wawasan terkait medan magnet pada solenoida dan aplikasinya serta melihat efektifitas penggunaannya dalam mengatasi masalah lingkungan, yaitu untuk penyaringan limbah logam berat pada air.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada pembahasan topik ini agar lebih terarah adalah :

1. Pembahasan mengenai medan magnet didalam solenoida.
2. Medan magnet yang dihasilkan terhadap variasi jumlah lilitan dan kuat arus yang diberikan pada solenoida
3. Pasir besi sebagai media penyaring.
4. Air tanah dari salah satu perumahan di Bandung timur sebagai larutan uji.
5. Penyaringan logam berat oleh filter elektromagnetik

1.6 Metodologi

Metode dalam penelitian ini yaitu dengan cara eksperimen. membuat solenoida, menyusun rangkaian, membuat filter elektromagnetik, mengambil air tanah lalu menguji air tersebut setelah dilewatkan pada filter elektromagnetik dengan menguji sampel-sampel. Dari ekperimen tersebut didapatkan data hasil ekperimen yang kemudian akan diolah dan dianalisis.

1.7 Sistematika Pembahasan

1. Bab 1 Pendahuluan
Terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan laporan, manfaat laporan, batasan masalah, metodologi dan sistematika pembahasan.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka
Berisi beberapa teori yang digunakan dalam penulisan tugas akhir. Teori yang digunakan berkaitan dengan arus listrik, solenoida, hukum ampere, medan magnet di dalam solenoid, penyaring elektromagnetik, media penyaring logam berat, logam berat, dan air tanah.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Mekanisme penyaringan limbah logam berat. Berisi mengenai perhitungan dan pemodelan sederhana mengenai mekanisme medan magnet dalam solenoida yang digunakan dalam proses penyaringan limbah logam berat.

4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Berisi hasil dan pembahasan yang telah ditunjukkan dari perhitungan dan pengukuran medan magnet kemudian penggunaan medan magnet didalam solenoida dalam proses penyaringan limbah logam besi.

5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran yang dapat diberikan terkait dengan laporan dari pemodelan sederhana yang telah dilakukan.