

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka pada tugas akhi ini membahas tentang penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai acuan dan penambahan referensi dalam pengembangan metode yang ingin di rancang dalam tugas akhir

Rancang bangun perangkat monitoring dan pengaturan penggunaan air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) berbasis arduino dengan antarmuka website^[5].

Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat monitoring dan pengaturan penggunaan air PDAM dengan antarmuka website yang mempermudah pelanggan dalam memonitoring dan mengontrol penggunaan air, kemudian petugas tidak perlu lagi datang kerumah pelanggan untuk mengakses meter air. Sistem yang dibuat ini menggunakan arduino sebgai modul pengendali utama. Arduino mega 2560 akan mengolah data yang di terima dari water flow sensor untuk mengetahui kapan selenoid terbuka dan tertutup. Fungsi water flow sensor digunakan untuk mendeteksi setiap air yang mengalir pada saluran pipa. Data dari water flow sensor juga akan digunakan sebagai sistem monitoring dari pelanggan dan rekapitulasi data untuk petugas PDAM agar tidak perlu lagi datang kerumah untuk mengakses meteran air. Di dalam penelitian ini water flow sensor yang digunakan adalah water flow sensor AICHI OF05ZAT yang memiliki akurasi yang cukup tinggi karena dari percobaan 25 liter hanya menghasilkan persentase error 0,003%.

Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengukur Kekeruhan Air pada Perusahaan Air Minum Di Surabaya^[6].

Dalam penelitian ini, sumber cahaya yang digunakan adalah laser yang mempunyai panjang gelombang 650 nm dengan titik penyinaran yang terfokus. Detektor cahaya yang digunakan adalah silikon photo-diode OPT101 yang akan mengeluarkan hasil yang maksimal ketika terkena sinar dengan panjang gelombang 650 nm. Saat sinar laser yang ditembakkan mengenai sampel air yang diukur kekeruhannya. Peristiwa ini akan menghasilkan penyebaran cahaya.

Penyebaran cahaya terdiri dari ca-haya yang dipantulkan dan cahaya yang dibiarkan. Intensitas dari penyebaran cahaya inilah yang akan direspon oleh detektor cahaya yang menghasilkan keluaran berupa tegangan. Keluaran tegangan dari detektor cahaya akan diolah oleh Mikrokontroler Renesas R8C-13. Fungsi utama dari Mikrokontroler ini adalah untuk mengkonversi nilai tegangan yang didapatkan dari detektor cahaya menjadi nilai kekeruhan air dengan satuan NTU. Setelah proses konversi selesai, keluaran akan ditampilkan dalam layar LCD.

Sistem Penjernih air dengan kendali PID Berbasis Arduino^[7].

Penelitian ini merancang suatu sistem penyaringan air menggunakan sistem penjernih air dengan kendali PID berbasis arduino, dimana air akan disaring di water treatment kemudian air akan dideteksi oleh sensor LDR masih keruh atau sudah bersih, jika air masih keruh maka arduino akan mengirim perintah ke relay untuk menghidupkan pompa air, sehingga air akan terserang kembali ke water treatment. Jika air sudah bersih maka air akan dimasukkan ke wadah yang sudah disediakan. Kemudian hasil dari air akan ditampilkan ke dalam aplikasi yang sudah dibuat menggunakan app inventor. Berdasarkan hasil pengujian sistem bahwa aplikasi sudah berjalan dengan sangat baik ketika menampilkan hasil dari sistem yang dibuat.

Membangun sistem monitoring penjernih air berbasis sensor^[8].

Dewasa ini, banyak masyarakat yang menggunakan sistem penjernihan air yang terpasang pada rumah atau lingkungan mereka karena kualitas air yang semakin memburuk tiap waktunya. Akan tetapi, meskipun menggunakan sistem penjernihan air tersebut, masyarakat tidak mengetahui indikator kejernihan air yang mereka peroleh tersebut. Sistem monitoring penjernihan air ini akan menggunakan sensor-sensor yang telah dikalibrasi yang kemudian akan terkoneksi dengan mikrokontroler. Sensor akan mendeteksi indikator air yang diperoleh ketika sebelum dan sesudah air dijernihkan, lalu menampilkan data tersebut kepada pengguna agar dapat mengetahui perbandingannya. Apabila indikator air yang diperoleh ketika setelah dijernihkan masih dibawah standar yang telah ditentukan, maka buzzer akan berbunyi sebagai peringatan kepada user kalau air masih belum sepenuhnya memenuhi standar yang telah ditetapkan tersebut. Dengan demikian, kualitas air yang digunakan dapat dipantau secara otomatis melalui sensor yang telah dikalibrasi.

2.2 Perbandingan Jurnal Tugas Akhir

Tabel 2. 1 Daftar Perbandingan Jurnal

Tinjauan pustaka	Rangkuman	
Yogi Ramadhan dkk, 2017	Kontroler	Arduino mega 2560
	Actuator	Menggunakan pompa AC
	Tujuan	mempermudah pelanggan dalam memonitoring dan mengontrol penggunaan air, kemudian petugas tidak perlu lagi datang kerumah pelanggan untuk mengakses meter air.
	Hasil	Dengan adanya sistem monitoring dan pengontrolan penggunaan air PDAM berbasis arduino dan website,petugas tidak perlu lagi datang kerumah warga untuk mengakses meteran air
Setya Ardhi S.T.,M.Kom ,2015	Kontroler	Arduino mega 2560
	Actuator	membangun sebuah pengukur kekeruhan air. Metode yang digunakan untuk pengukuran kekeruhan air pada adalah metode Nephelometrik. Metode ini memanfaatkan sudut 90 sebagai titik referensi utama dalam mengukur tingkat kekeruhan air. Kekeruhan air adalah penampakan keruh dalam air yang disebabkan kehadiran partikel kecil yang melayang sehingga menghalangi pancaran sinar untuk menembus air.
	Tujuan	Mengguna-kan pompa untuk mengalirkan air
	Hasil	Dengan sebanyak 50 kali percobaan yang dilakukan dengan membandingkan alat yang dibuat

		yaitu turbidity meter dengan alat pengukur kekeruhan air jenis Hach 2100N memiliki tingkat akurasi sebesar 84 % dibandingkan alat kekeruhan air berstandarisasi.
Dani Permana dkk, 2021	Kontroler	Arduino UNO
	Actuator	Implementasi Prototype pengolahan air yang merupakan gabungan dari: Pengendapan alamiah dengan penambahan bahan pengendap ramah lingkungan, dan Saringan Pasir Lambat.
	Tujuan	Dimana Sensor LDR mengirim data ke Arduino Uno R3 Jika air hasil filter pada water treatment masih kotor maka Arduino akan mengirimkan data ke relay untuk mengaktifkan pompa untuk menyaring air kembali ke water treatment hingga air yang terdeteksi oleh sensor LDR bersih atau tidak keruh
	Hasil	Tahap pengujian dilakukan dengan metode black box pada alat dan aplikasi apakah berfungsi dengan baik kemudian di evaluasi. Mekanisme pengujian dilakukan dengan analisa kelebihan dan kekurangan pada alat. Dari pengujian sistem oleh dosen pembimbing Dapat disimpulkan bahwa sistem yang sedang dibangun tidak memiliki kesalahan sintaks dan telah menghasilkan hasil yang diharapkan secara fungsional
Kemas dkk, 2017	Kontroler	Arduino UNO
	Actuator	Membangun sistem monitoring penjernih air yang otomatis dan

		membangun sistem monitoring penjernih air berbasis sensor yang terhubung dengan mikrokontroller
	Tujuan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membangun sistem monitoring penjernih air yang otomatis 2. Membangun sistem monitoring penjernih air berbasis sensor yang terhubung dengan mikrokontroller
	Hasil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem Monitoring Penjernihan Air Berbasis Sensor adalah sebuah sistem yang dapat mendeteksi indikator kandungan yang terdapat pada air melalui sensor-sensor yang telah dikalibrasi melalui Arduino IDE. 2. Dengan menjalankan source code untuk mengkalibrasi sensor melalui mikrokontroler Arduino Uno, sistem dapat melakukan monitoring terhadap indikator air yang dijernihkan secara otomatis.
Latief Y. H. , 2022	Kontroler	Arduino Mega 2560
	Actuator	Menggunakan pompa air, LCD Nextion, Selenoid Valve
	Tujuan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat suatu alat yang dapat memantau tingkat kekeruhan air menggunakan sensor <i>turbidity</i> yang dipantau dengan layar lcd nextion. 2. Membuat suatu alat yang dapat melakukan monitoring tingkat kekeruhan dan debit air yang mengalir menggunakan LCD nextion. 3. Membuat suatu alat yang dapat melakukan penjerihan air tanpa

		filtersi dengan kadar air di bawah 25 NTU.
	Hasil	Air bersih

Dari jurnal yang telah di cara ada beberapa pembeda dalam pembuatan alat Tugas Akhir yang saya buat yaitu dalam memonitoring menggunakan layar LCD Nextion untuk menampilkan hasil kekeruhan dan debit air juga bisa di gunakan sebagai control jalannya alat.

2.3 Kekeruhan Air

Air merupakan salah satu kebutuhan mendasar bagi kelangsungan hidup manusia, manusia tidak dapat hidup tanpa air. Air biasanya diperoleh atau bersumber dari sumur, sungai, atau danau. Sebagaimana lazimnya air sungai, debit dan tingkat kekeruhan airnya selalu berubah-ubah sesuai musim. Umumnya, air menjadi keruh setelah hujan yang relatif lebat dan lama. Kekeruhan air terjadi karena adanya zat padat yang tidak terlarut, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Kekeruhan (*turbidity*) adalah keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat tak-terlarut^[9]. Kadar kekeruhan air sangat mempengaruhi kesehatan masyarakat oleh karenanya di butuhkan standar kadar kekeruhan air yang baik dan dapat digunakan oleh masyarakat. Dengan di bentuknya PEMKES RI No. 32 TAHUN 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, pemandian umum. Dimana standar baku mutu kekeruhan air memiliki kadar maksimum yaitu 25 NTU.

2.4 Perbandingan Takaran Tawas dan PAC

Metode jar test yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 10 ml PAC atau 10 gram tawas kemudian dilarutkan dalam 1000 ml air/aquades. Setelah larutan tawas/PAC jadi maka perbandingannya adalah untuk setiap 1 ml yang dilarutkan dalam 1000 ml sampel air sungai sama dengan 10 ppm. Penambahan tawas/PAC dengan variasi dosis 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm untuk masing-masing wadah. Kemudian melakukan pengadukan cepat selama satu menit dengan kecepatan putar 100-150 rpm untuk meratakan penyebaran tawas/PAC sehingga kinerja dari koagulan bisa efektif. Setelah itu dilakukan pengadukan lambat dengan kecepatan putar 20 rpm selama 15 menit. Pada tahap ini flok mulai terbentuk dan tunggu 10 menit sampai pembentukan flok sempurna^[10].

2.5 Tawas

Tawas atau aluminium sulfat merupakan bahan koagulan yang paling banyak digunakan karena bahan ini yang paling ekonomis, mudah diperoleh di pasaran serta mudah penyimpanannya. Aluminium sulfat digunakan secara luas dalam industri kimia, aluminium sulfat banyak digunakan dalam proses air bersih, pengolahan air limbah dan juga digunakan dalam pembuatan kertas untuk meningkatkan ketahanan dan penyerapan tinta. Aluminium sulfat jarang ditemukan dalam bentuk garam anhydrous biasanya aluminium sulfat membentuk garam hyrous dengan kandungan air (H_2O) yang berbeda-beda dan yang paling umum dalam bentuk heksadecahydrate. Aluminium sulfat juga digunakan sebagai mordant saat dying dan percetakan tekstil. Pemakaian tawas juga tidak terlepas dari sifat-sifat kimia yang dikandung oleh air baku. Aluminium dan garam-garam besi adalah bahan kimia yang efektif bekerja pada kondisi air yang mengandung alkalin. Dengan demikian semakin banyak dosis tawas yang ditambahkan maka pH akan semakin turun, karena dihasilkan asam sulfat sehingga perlu dosis tawas yang efektif antara pH 5,8-7,4. Apabila alkalinitas alami dari air tidak seimbang dengan dosis tawas^[11].

2.6 *Poly Aluminium Chlorida (PAC)*

Poly Aluminium Chlorida adalah suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidrosil serta ion aluminium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk polynuclear dan mempunyai rumus umum $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. PAC telah digunakan secara luas sebagai flokulan untuk air, limbah industri dan beberapa aplikasi koagulasi-flokulasi lainnya. Hal ini karena PAC memiliki karakteristik muatan positif yang tinggi dan dapat mengikat agregat dengan kuat. Beberapa keunggulan PAC adalah sangat baik untuk menghilangkan kekeruhan dan warna, memadatkan dan menghentikan penguraian flok, membutuhkan kebasaaan rendah untuk hidrolisis, tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebihan, serta sedikit mempengaruhi pH^[12].

2.7 Landasan Teori

Dalam penelitian ini perlu adanya teori – teori yang mendasar menunjang proses penelitian ini. Teori – teori tersebut adalah :

2.7.1 Arduino Mega 2560

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah cip. Mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan keluaran spesifik berdasarkan masukan yang diterima dan program yang dikerjakan. Saat

ini ada bermacam-macam bentuk dan jenis papan Arduino yang disesuaikan dengan tujuannya. Jenis papan mikrokontroler yang sering digunakan dalam berbagai proyek besar seperti robotika adalah Arduino Mega 2560.^[13]



Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560^[13]

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

No	Spesifikasi	
1	Jenis	<i>Mikrokontroler mega 2560</i>
2	Tegangan Operasi	5 V
3	Tegangan Input (disarankan)	7-12 V
4	Tegangan Input (batas)	6-20 V
5	Pin I/O Digital	54 (diantaranya 15 menyediakan output PWM)
6	Pin Input Analog	16
7	Arus DC per I/O Pin	20 mA
8	Arus DC untuk 3.3 V Pin	50 mA

2.7.2 Sensor Turbidity

Sensor Turbidity merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kualitas air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar Total Suspended Solids (TSS). Semakin tinggi kadar TSS, maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air tersebut^[14].

Untuk menghitung Total Suspended Solids (TSS) menggunakan **TSS (mg/l) = (Tb – Ta) / volume air yang disaring**

Ket : Ta = Berat kertas saring awal

Tb = Berat kertas saring akhir^[14]



Gambar 2. 2 Sensor Turbidity^[14]

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Turbidty

No	Spesifikasi	
1	Koneki Operasional	5 VDC
2	Arus Operasional	40 mA (Max)
3	Waktu Respon	<500 mS
4	Output Analog	0 – 4,5 V
5	Suhu Rentang	5°C s/d 90°C
6	Suhu Penyimpanan	-10°C s/d 90°C
7	Berat	30 gr
8	Dimensi	38 mm x 28 mm x 10 mm

2.7.3 Water Flow Sensor

Sensor aliran air terdiri dari tubuh katup plastik, rotor air, dan sensor hall efek. Ketika air mengalir melalui rotornya, rotor akan berputar. Kecepatan putarannya bersesuaian dengan rata-rata kecepatan aliran air yang melaluinya. Sensor efek hall akan menghasilkan pulsa pulsa digital yang bersesuaian dengan kecepatan rotor.^[15]



Gambar 2. 3 Water Flow Sensor^[15]

Tabel 2. 4 Spesifikasi Water Flow Sensor

No	Spesifikasi	
1	Tegangan Minimum	DC 4.5V
2	Arus Maksimal	15 mA (DC 5V)
3	Tegangan kerja	DC 5V-24V
4	Rentang Aliran Arus	1-30L/menit
5	Kapasitas Beban	≤ 10 mA (DC 5V)
6	Suhu Operasional	≤ 80 °C
7	Suhu Cair	≤ 120 °C
8	Kelembaban Operasi	35% - 90% RH
9	Tekanan Air	≤ 1.75 MPa
10	Suhu Penyimpanan	-25 °C ~ +80 °C
11	Kelembaban Penyimpanan	25% - 95% RH

2.7.4 LCD Nextion Enhanced

LCD Nextion adalah display atau *user interface* yang digunakan sebagai indikator atau monitoring alat yang akan dibuat. Dengan besar

layar berbeda- beda inch, modul touch screen ini bisa menampilkan banyak data dan interface dengan sangat bagus. Untuk membuat interface pada *LCD Nextion*, cukup dengan membuat desain pada software *Nextion Editor*, copy ke LCD via SD Card, dan UI kemudian *LCD Nextion* akan menampilkan *interface* yang diinginkan

Dengan besar layar 7 inch Enhanced Models, modul *touch screen* ini bisa menampilkan banyak data dan *interface* dengan sangat bagus, untuk membuat *interface* pada *LCD Nextion*, cukup dengan membuat desain pada software *Nextion Editor*, copy ke LCD via SD Card atau melalui setial TTL dan UI kemudian, *LCD Nextion* akan menampilkan *interface* yang diinginkan, keunggulan Enhanced Models sudah memiliki memori eeprom sendiri, dimana memori tidak terhapus yang digunakan dalam komputer dan peralatan elektronik lain untuk menyimpan sejumlah konfigurasi data pada alat elektronik tersebut yang tetap harus terjaga meskipun sumber daya diputuskan, memori pada LCD 7 inch sudah sebesar 16MB, sehingga cukup banyak ruang untuk menyimpan beberapa program dan GUI yang akan dibuat^[16].



Gambar 2. 4 LCD Nestion Enhanced^[16]

Tabel 2. 5 Fungsi kaki LCD Nextion

Kaki Komponen	Pin	Keterangan
1	Vcc	Merah, 5V
2	16 (TX2)	Biru, Transmitter (pengirim data)
3	17 (RX2)	Kuning, Reciver (penerima data)
4	Gnd	Hitam, Ground

2.7.5 Pompa Air

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan darisuatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenagamekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimanatenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Suatu peralatan mekanik yang digerakkan oleh suatu sumber tenaga yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ketempat lain, dimana cairan tersebut hanya mengalir apabila terdapat perbedaan tekanan. Pompa juga dapat diartikan sebagai alat untuk memindahkan energi dari suatu pemutar atau penggerak kecairan berbejana yang bertekanan yang lebih tinggi. Selain dapat memindahkan cairan, pompa juga berfungsi untuk meningkatkan kecepatan, tekanan, dan ketinggian cairan^[17].



Gambar 2. 5 Pompa Air^[17]

Tabel 2. 6 Spesifikasi Pompa Air

No	Spesifikasi	
1	Jenis	DC Pompa Air
2	Voltage	DC 12V
3	Water Flow	800 L/H
4	Water Lift	5 M

2.7.6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah elektronika yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya cara kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, Buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat^[18].



Gambar 2. 6 Buzzer^[18]

Tabel 2. 7 Spesifikasi Buzzer

No	Spesifikasi	
1	Tegangan kerja	3V-12V DC
2	Resistansi dalam	16 ohm (16R)
3	Ukuran	Diameter 12mm, tebal 8.5mm
4	Kekuatan suara	80-85 dB
5	warna	Hitam

2.7.7 Motor DC 12V

Motor Listrik DC atau DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (motion). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (Direct Current) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC atau DC Motor ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (Revolutions per minute) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V.^[19]



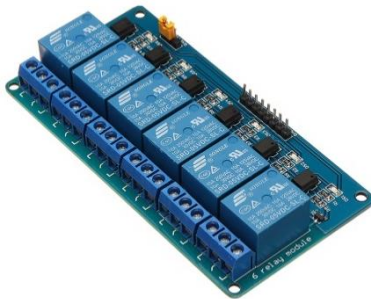
Gambar 2. 7 Motor DC 12V

Tabel 2. 8 Spesifikasi Motor DC 12V

No	Spesifikasi	
1	Tegangan	12 V
2	Arus	100 mA
3	Speed	400 m

2.7.8 Relay

Relay adalah saklar (switch) yang dioperasikan secara otomatis oleh tegangan listrik dan merupakan komponen electromechanical yang terdiri dari dua bagian utama yaitu electromagnet (coil) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.^[20]



Gambar 2. 8 Relay

2.7.9 Step Down DC LM2596

Modul step down atau penurun tegangan DC LM2596 ini akan menyelesaikan masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan. Modul step down DC to DC LM2596 ini

membantu anda untuk menurunkan tegangan ke tegangan yang lebih rendah^[21].



Gambar 2. 9 Step Down DC LM2596

2.7.10 Power Supplay 12V 20A

Power Supply merupakan sirkuit yang dikhususkan untuk mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus searah. Dalam teknik elektronika, hal ini sangat banyak digunakan untuk menghidupkan perlengkapan yang memerlukan arus searah, bukan arus bolak-balik. Penyearahan arus dari AC ke DC ini digunakan 4 dioda sebagai jembatan penyearahnya dan bahan-bahan lain sebagai pendukung seperti IC regulator tegangan, kapasitor, resistor, transistor, dan potensiometer^[22].



Gambar 2. 10 Power Supplay 12V 20A

2.7.11 *Solenoid Valve*

Solenoida atau Solenoid adalah perangkat elektromagnetik yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerakan. Proses dorong / Push dan Tarik / Pull terjadi karena energi gerak yang dihasilkan oleh perubahan energi listrik menjadi elektromagnetik sehingga terjadinya energi gerak untuk menggerakkan solenoida yang berada dalam tabung untuk melakukan Plunger dengan actuator ferro-magnetic^[23].



Gambar 2. 11 *Solenoid Valve*