

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SINYAL CONDITIONING UNTUK SENSOR PIEZOELEKTRIK DENGAN KONTRUKSI 3 ARRAY

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

Mardiansyah

1907220078



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mardiansyah

NPM : 1907220078

Program Studi : Teknik Elektro

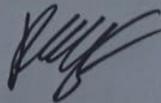
Judul Skripsi : Perancangan Sinyal Conditioning Untuk
Sensor Piezoelektrik Dengan Kontruksi
3 Array

Bidang Ilmu : Sistem Kendali

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

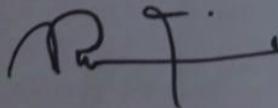
Mengetahui dan Menyetujui,

Dosen Pembimbing



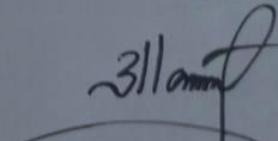
Rahmat Fauzi Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji I



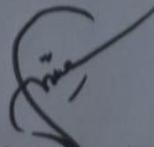
Rimbawati, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Dr. Muhammad Fitra Zambak, S.T., M.Sc

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Mardiansyah
Tempat/Tanggal Lahir : Simpang Empat/1 Juni 2000
Npm : 1907220078
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul :

“PERANCANGAN SINYAL CONDITIONING UNTUK SENSOR PIEZOELEKTRIK DENGAN KONTRUKSI 3 ARRAY”.

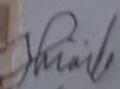
Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Otentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian antara Fakta dan kenyataan ini, Saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan Sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan Kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 November 2024

Saya yang menyatakan,


Mardiansyah



ABSTRAK

Penggunaan energi dengan jumlah yang besar dan akan terus menerus meningkat akan menyebabkan cadangan energi dunia habis, Penelitian ini berfokus untuk meningkatkan kinerja dari sensor piezoelektrik sebagai generator sinyal alternatif yang mampu menghasilkan output secara efisien dengan menggunakan teknologi sinyal conditioning. Sinyal conditioning akan memodifikasi sinyal dari sensor piezoelektrik untuk menghasilkan sinyal output yang lebih berguna dan dapat diandalkan. Metode penelitian meliputi perancangan alat yang dimulai dari perancangan sinyal conditioning stage pertama untuk 6 buah sensor piezoelektrik sebagai penguat penjumlah menggunakan rangkaian summing amplifier, lalu outputnya akan masuk pada sinyal conditioning stage kedua sebagai filtering dengan menggunakan Capacitor Feedback (CF) bernilai 100 uF dari output sinyal conditioning stage pertama, kemudian output dari sinyal conditioning stage kedua akan disearahkan oleh dioda 1N5119 yang berfungsi mengubah tegangan (AC) arus bolak balik menjadi (DC) pada rangkain rectifier dan arus yang sudah disearahkan tersebut akan kembali dikuatkan pada rangkaian step up DC to DC untuk mensuplai beban pada tegangan tertentu. Data dikumpulkan melalui pengamatan, pengukuran dan pemantauan terhadap performa system sinyal conditioning untuk 6 buah sensor piezoelektrik yang dirancang. Hasil dari penelitian ini berhasil mengembangkan sinyal output sensor piezoelektrik dengan menggunakan teknologi sinyal conditioning dan mampu menghasilkan tegangan sebesar 12,51 volt .Penelitian ini menekankan pada pemanfaatan teknologi sinyal conditioning sebagai penguat sinyal, filtering noise dan konversi sinyal untuk sensor piezoelektrik agar dapat memberikan manfaat besar dalam berbagai bidang mulai dari sistem industri hingga riset ilmiah.

Kata kunci : *Summing Amplifier, Non Inverting, Rectifier, LM 358, XL 6009*

ABSTRACT

The use of large amounts of energy and which will continue to increase will cause the world's energy reserves to run out. This research focuses on improving the performance of piezoelectric sensors as alternative signal generators that are able to produce output efficiently using signal conditioning technology. Signal conditioning will modify the signal from the piezoelectric sensor to produce a more useful and reliable signal output. The research method includes designing a tool starting from designing the first signal conditioning stage for 6 piezoelectric sensors as a summing amplifier using a summing amplifier circuit, then the output will enter the second stage of signal conditioning as filtering using a 100 uF Feedback Capacitor (CF) from the signal output first stage conditioning, then the output of the second stage conditioning signal will be rectified by the 1N5119 diode which functions to change the alternating current (AC) voltage to (DC) in the rectifier circuit and the rectified current will be strengthened again in the DC to DC step up circuit to supply a load at a certain voltage. Data was collected through observation, measurement and monitoring of the performance of the signal conditioning system for the 6 piezoelectric sensors designed. The results of this research succeeded in developing a piezoelectric sensor signal output using signal conditioning technology and was able to produce a voltage of 12.51 volts. This research emphasizes the use of signal conditioning technology as a signal amplifier, noise filtering and signal conversion for piezoelectric sensors so that it can provide great benefits in various fields ranging from industrial systems to scientific research.

Keywords: Summing Amplifier, Non-Inverting, Rectifier, LM 358, XL 6009

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayahNya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PERANCANGAN SINYAL CONDITIONING UNTUK SENSOR PIEZOELEKTRIK DENGAN KONTRUKSI 3 ARRAY”**. Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada penulis didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Rahmat Fauzi Siregar ST,.MT., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh teman – teman yang tergabung didalam wadah Ikatan Mahasiswa Elektro yang telah kebersamai dan memberi banyak sekali pembelajaran bagi penulis selama berproses sebagai mahasiswa.
9. Teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2019.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 20 Mei 2024

Penulis

Mardiansyah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Teori Dasar	7
2.2.1 Resistor	7
2.2.2 Kapasitor	11
2.2.3 Dioda	16
2.2.4 Sensor Piezoelektrik	19
2.2.5 Arduino	23
2.2.6 LM 358	27
2.2.7 Non Inverting Amplifier	28
2.2.8 Summing Amplifier	29
2.2.9 XL 6009	31

2.2.10 LCD (Liquid Crystal Display)	33
2.2.11 Filter.....	35
2.2.12 Baterai.....	36
2.2.13 Arduino IDE (Integrated Development Environment)	38
2.2.14 Multimeter	40
2.2.15 Osiloskop	42
BAB III METODE PENELITIAN	45
3.1 Waktu Dan Tempat	45
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	46
3.3 Rangkaian Array Sensor Dan Sinyal Conditioning.....	46
3.3.1 Rangkaian Array Sensor Piezoelektrik Stage Pertama.....	46
3.3.2 Rangkaian Array Sensor Piezoelektrik Stage Kedua.....	47
3.3.3 Rangkaian Rectifier	48
3.3.4 Rangkaian DC to DC Step-Up.....	48
3.3.5 Rangkaian Pemonitoring Tegangan.....	49
3.4 Flowchart Cara Kerja Alat.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Perancangan Alat	51
4.2 Pengujian Sensor Array Sebelum Menggunakan Sinyal Conditioning	55
4.3 Pengujian Sensor Array Setelah Menggunakan Sinyal Conditioning.....	57
4.4 Pengujian Rangkaian Rectifier Untuk Sensor Piezoelektrik	60
4.5 Pengujian Rangkaian Step Up Untuk Sensor Piezoelektrik.....	60
4.6 Pengujian Pemonitoring Tegangan.....	61
BAB V PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA	64
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk fisik resistor.	9
Gambar 2. 2 Bentuk fisik resistor variable.....	10
Gambar 2. 3 Thermal resistor	10
Gambar 2. 4 Kapasitor keramik	12
Gambar 2. 5 Kapasitor kertas.....	15
Gambar 2. 6 Bentuk fisik kapasitor.....	15
Gambar 2. 7 Bentuk fisik dioda	16
Gambar 2. 8 Sensor piezoelektrik	20
Gambar 2. 9 Prinsip kerja sensor piezoelektrik	22
Gambar 2. 10 Bentuk fisik Arduino uno.....	24
Gambar 2. 11 Bentuk fisik LM 358.	27
Gambar 2. 12 Bentuk fisik LM 358.	29
Gambar 2. 13 Rangkaian summing amplifier	30
Gambar 2. 14 bentuk fisik LCD	33
Gambar 2. 15 Pinout LCD 16x2	35
Gambar 2. 16 Skema kerja filter	36
Gambar 2. 17 Baterai LI Ion 18650	37
Gambar 2. 18 Pemrograman dasar Arduino IDE.....	40
Gambar 2. 19 Multimeter digital.....	40
Gambar 2. 20 Osiloskop digital DSO 138	44
Gambar 3. 1 Rangkaian array sensor piezoelektrik stage pertama	46
Gambar 3. 2 Rangkaian array sensor piezoelektrik stage kedua.....	47
Gambar 3. 3 Rangkaian recliifier	48
Gambar 3. 4 Rangkaian DC To DC Step Up.	48
Gambar 3. 5 Rangkaian pemonitoring tegangan.....	49
Gambar 3. 6 Flowchart Cara Kerja Alat	50
Gambar 4. 1 Hasil pembuatan sinyal conditioning stage pertama.....	52
Gambar 4. 2 Hasil pembuatan sinyal conditioning stage kedua.	52
Gambar 4. 3 Hasil pembuatan rangkaian rectifier.	52
Gambar 4. 4 Penempatan modul step up pada box project.....	53
Gambar 4. 5 Penempatan kontroler pada box project	53

Gambar 4. 6 Tampak dalam pemasangan LCD pada box project.....	54
Gambar 4. 7 Tampak luar pemasangan LCD pada box project.	54
Gambar 4. 8 Tampak seluruh komponen setelah ditempatkan kedalam box project.	54
Gambar 4. 9 Grafik output tegangan tiap array sensor piezoelektrik	56
Gambar 4. 10 Output sensor piezoelektrik pada osiloskop.....	56
Gambar 4. 11 Grafik output tegangan tiap sensor piezoelektrik setelah menggunakan signal conditioning.	58
Gambar 4. 12 Output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning stage pertama pada osiloskop.....	58
Gambar 4. 13 Output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning stage kedua pada osiloskop.	59
Gambar 4. 14 Pengujian rangkaian rectifier pada osiloskop.....	60
Gambar 4. 15 Pengujian step up untuk sensor piezoelektrik pada osiloskop.	61
Gambar 4. 16 Proses pemantauan tegangan.	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal penelitian.....	45
Tabel 4.1 Output tegangan tiap array sensor piezoelektrik.....	55
Tabel 4.2 Output tegangan tiap array sensor piezoelektrik menggunakan sinyal conditioning.	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sensor piezoelektrik telah terbukti sangat berguna dalam berbagai aplikasi di berbagai industri. Mereka digunakan untuk memantau getaran mesin, mengukur tekanan dalam sistem hidrolik, mendeteksi getaran struktur dalam industri otomotif dan penerbangan, serta bahkan dalam aplikasi medis seperti pemantauan detak jantung dan studi biomekanika. Karena fleksibilitas dan sensitivitasnya, sensor piezoelektrik terus menjadi fokus penelitian untuk meningkatkan kinerja dan kemampuan adaptasinya dalam berbagai lingkungan.

Meskipun sensor piezoelektrik menawarkan keunggulan dalam mendeteksi sinyal mekanis, mereka juga rentan terhadap gangguan lingkungan seperti noise elektrik dan vibrasi lainnya. Oleh karena itu, sinyal yang diterima dari sensor perlu diolah secara hati-hati menggunakan teknik sinyal conditioning yang tepat untuk menghasilkan data yang akurat dan dapat diandalkan.

Ketertarikan masyarakat dan industri di seluruh dunia akan ketersediaan pengukuran yang akurat terus-menerus meningkat. Akses pengukuran yang akurat sangat penting untuk memenuhi indikasi dan persyaratan untuk proses kontrol pada industri, peralatan pabrik, peralatan rumah tangga, sistem otomotif dalam pesawat dan produk konsumen. Berbagai teknologi digunakan untuk parameter-parameter, sensor secara spesifik diperlukan untuk memenuhi persyaratan pabrik [1].

Ada banyak elemen aktif di bidang pemrosesan sinyal analog, namun ide-ide baru di bidang ini membantu memberikan perbaikan lebih lanjut untuk mendapatkan rangkaian yang lebih efektif dan menarik [2]. Salah satu contoh penggunaan sinyal conditioning adalah implementasi *Op-Amp* (*Operasional Amplifier*). *Operational Amplifier* adalah penguat linier yang biasanya dikemas di dalam suatu IC (*Integrated Circuit*). Satu IC bisa berisi satu atau empat *Op-Amp* biasanya. *Operational amplifier* merupakan penguat analog yang cukup baik, *Inverting amplifier* dapat digunakan sebagai sinyal conditioning untuk memperkuat sinyal dengan karakteristik output yang didukung dengan tegangan yang dibutuhkan. Rangkaian *inverting amplifier* menggunakan penguat operasional (*Op-Amp*) dan memerlukan dua tahanan R_i dan R_f , yang digunakan untuk mengatur tegangan

masuk dan keluar *inverting amplifier* dapat digunakan untuk penguatan tanpa perlu membalik fase sinyal dan dapat dihubungkan dengan sensor atau sinyal lainnya untuk memperkuat sinyal yang diperlukan.

Sinyal *conditioning* adalah proses memodifikasi sinyal sensor mentah untuk menghasilkan sinyal output yang lebih berguna dan dapat diandalkan. Sinyal *conditioning* termasuk komponen kunci dalam proses penggunaan sensor piezoelektrik. Ini tidak hanya memungkinkan untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan sinyal mentah yang dihasilkan oleh sensor, tetapi juga memungkinkan penyesuaian sinyal agar sesuai dengan kebutuhan spesifik aplikasi. Sinyal *conditioning* dapat melibatkan penguatan sinyal, *filtering noise*, penyesuaian rentang dinamis, penggabungan data dari multiple sensor, dan transformasi sinyal lainnya.

Kemajuan dalam teknologi elektronik, termasuk penguatan sinyal, filterisasi, dan konversi sinyal, telah membuka peluang baru untuk meningkatkan kinerja sistem sinyal conditioning untuk sensor piezoelektrik. Sensor piezoelektrik dan teknologi sinyal *conditioningnya* memiliki potensi aplikasi yang luas, dari industri hingga riset ilmiah. Oleh karena itu, peningkatan kinerja dan efektivitas sistem ini dapat memberikan manfaat besar dalam berbagai bidang.

Dalam banyak aplikasi, peningkatan kinerja sistem pemantauan atau pengukuran merupakan kebutuhan yang mendesak. Misalnya, dalam pemantauan struktur bangunan, deteksi dini terhadap potensi kerusakan atau kegagalan sangat penting untuk menjaga keselamatan publik.

Dengan demikian, penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kompleksitas dan pentingnya penelitian tentang pengujian sinyal *conditioning* untuk sensor piezoelektrik menggunakan tiga *array*.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam konteks perancangan sinyal *conditioning* untuk sensor piezoelektrik menggunakan tiga *array*, rumusan masalahnya dapat berfokus pada beberapa aspek, yaitu :

1. Merancang sensor piezoelektrik untuk mendapatkan hasil yang paling akurat.
2. Merancang rangkaian sinyal *conditioning* yang efektif untuk mengolah sinyal yang diterima dari enam sensor piezoelektrik agar meminimalkan noise dan memaksimalkan resolusi sinyal.
3. Menguji sinyal *conditioning* untuk memastikan sistem mampu menghasilkan informasi yang akurat dari sensor piezoelektrik.

Rumusan masalah ini dapat memberikan arahan yang jelas dalam pengembangan dan implementasi sistem sinyal *conditioning* untuk penggunaan sensor piezoelektrik dalam *array*.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup perancangan sinyal *conditioning* untuk sensor piezoelektrik menggunakan tiga *array* dapat mencakup beberapa aspek, yaitu :

1. Merancang komponen elektronik pada rangkaian sinyal *conditioning* yang tepat untuk sensor piezoelektrik.
2. Menguji sensor piezoelektrik untuk mendapatkan hasil kinerja yang maksimal serta efisien.
3. Mengembangkan dan mengoptimalkan rangkaian sinyal *conditioning* untuk memastikan bahwa sinyal yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan, termasuk penguatan yang tepat dan akurat.

Ruang lingkup ini mencakup berbagai aspek yang penting dalam pengembangan, pengujian, dan implementasi sistem sinyal *conditioning* untuk sensor piezoelektrik menggunakan tiga *array*. Dengan memperhatikan semua aspek ini, Anda dapat memastikan bahwa sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan dapat memberikan hasil yang diharapkan dalam aplikasi yang dituju.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tentang perancangan sinyal *conditioning* untuk sensor piezoelektrik menggunakan tiga *array* bisa meliputi:

1. Mengembangkan solusi inovatif untuk meningkatkan kinerja sensor piezoelektrik.
2. Menciptakan metode pengukuran pada sensor piezoelektrik untuk mendapatkan hasil yang presisi, akurat dan efisien.
3. Menguji secara menyeluruh performa dari sensor piezoelektrik dalam berbagai kondisi operasional yang mungkin terjadi.

Melalui pencapaian tujuan-tujuan ini, penelitian dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan pemahaman dan kemampuan dalam menggunakan sensor piezoelektrik dan teknologi sinyal *conditioning* untuk aplikasi yang beragam.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian tentang perancangan sinyal *conditioning* untuk sensor piezoelektrik menggunakan tiga *array* memiliki beberapa manfaat, yaitu :

1. Membantu dalam pengembangan teknologi sensor piezoelektrik yang lebih canggih dan sensitif, yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi mulai dari industri hingga riset ilmiah.
2. Membantu meningkatkan keandalan sistem pengukuran dan pemantauan, yang lebih efisien.
3. Berkontribusi pada pengetahuan ilmiah yang lebih luas tentang prinsip-prinsip kerja sensor piezoelektrik, sinyal *conditioning*, dan membuka pintu untuk penelitian dan penemuan yang lebih lanjut di masa depan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memiliki manfaat praktis dalam aplikasi teknologi, tetapi juga memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmiah dan teknologi secara keseluruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Kebutuhan akan energi sangat penting bagi kehidupan manusia, salah satunya ialah kebutuhan terhadap energi listrik sehingga menimbulkan kebergantungan. Energi listrik yang digunakan saat ini masih memanfaatkan bahan bakar fosil yang merupakan sumber daya yang terbatas atau bisa habis apabila digunakan terlalu banyak. Menanggapi masalah tersebut banyak peneliti mencoba untuk mengembangkan sumber energi listrik yang bersumber dari energi terbarukan. Salah satu pengembangan energi terbarukan adalah dengan memanfaatkan sensor piezoelektrik sebagai sumber energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai penghasil listrik [3].

Efek piezoelektrik banyak ditemui di alam dan banyak bahan sintesis. Bahan piezoelektrik mampu mengubah energi regangan mekanik dan getaran menjadi energi listrik. Properti ini memberikan peluang untuk menerapkan energi terbarukan dan berkelanjutan melalui pembangkitan listrik dan penginderaan cerdas mandiri di gedung-gedung. Sebagai bahan konstruksi yang paling umum, pasta semen polos kurang memiliki sifat piezoelektrik yang memuaskan dan tidak efisien dalam mengumpulkan energi listrik dari getaran sekitar sistem bangunan. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak teknik yang diusulkan dan diterapkan untuk meningkatkan kapasitas piezoelektrik komposit berbahan dasar semen, yaitu penggabungan *admixture* dan fisik. Keberhasilan penerapan material piezoelektrik untuk pembangunan bangunan berkelanjutan tidak hanya mengandalkan pemahaman mekanisme sifat piezoelektrik berbagai komponen bangunan, tetapi juga perkembangan dan implementasi terkini dalam industri bangunan. Oleh karena itu, tinjauan ini secara sistematis menggambarkan upaya penelitian untuk mengembangkan bahan konstruksi baru dengan piezoelektrik dan kapasitas penyimpanan energi yang tinggi [4].

Pada penelitian ini piezoelektrik diaplikasikan dengan memanfaatkan tekanan air hujan, hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan listrik dari pemerintah untuk skala kecil di rumah tangga. Bahan dasar yang digunakan dalam membuat piezoelektrik adalah *baking soda*, *distilled water* dan *cream of tartar*. Penelitian ini

dilakukan dengan menentukan ukuran cetakan piezoelektrik yang terbaik menggunakan CAD Code, yaitu $1 \times 1 \times 0.5 \text{ cm}^3$. Selanjutnya dilakukan pembuatan material piezoelektrik dengan mereaksikan beberapa bahan, lalu hasilnya diuji dengan multimeter digital dan *oscilloscop*. Hasil tegangan pada *oscilloscop* berurutan dari tekanan rendah, normal dan tinggi adalah 0.104 DC Volt, 0.496 DC Volt, dan 0.720 DC Volt. Setelah didapatkan hasil tegangan selanjutnya, dilakukan pembuatan rangkaian listrik seri dan menghasilkan tegangan sebesar 2.0 DC Volt, 2.10 DC Volt dan 2.34 DC Volt. Kemudian dibuat rangkaian listrik dan pengujian model piezoelektrik agar dapat diketahui kinerja piezoelektrik pada sistem [5].

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan rangkaian pengkondisi sinyal dan proses akuisisi data untuk sensor tekanan MPXM2053GS, MPX53DP, MPX2100DP, dan MPX2200D. Sehingga dari sensor tersebut akan dihasilkan suatu pengukuran tekanan yang lebih akurat. Proses pengujian yang akan dilakukan untuk menentukan tingkat akurasi dari proses pengkondisi sinyal dan proses akuisisi 164 data pada penelitian ini adalah dengan cara membandingkan hasil dari pembacaan tekanan dibandingkan dengan alat ukur tekanan analog *pressure gauge* dan digital *pressure gauge*, sehingga akan diketahui tingkat ketelitian yang dihasilkan dari sensor yang digunakan [6].

Penelitian penguat operasional yang digunakan pada analisis ini merupakan *Op-Amp* LM741. Sedangkan metode penelitian yang dilakukan adalah pendekatan eksperimen dengan memasukkan tegangan dan memperhatikan keluaran. Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis *Op-Amp* LM741 tersebut adalah *Electronics Workbench*. Dengan adanya *software* berbasis elektronika dimaksudkan untuk memudahkan perusahaan atau individu dalam melakukan sebuah percobaan atau eksperimen. Ketika nilai V_1 lebih besar daripada V_2 , maka keluaran akan bersifat positif dan begitu juga sebaliknya agar hasil bervariasi karena berlawanan dengan arah arus. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa eksperimen virtual ini sesuai dengan rumus yang ditetapkan [7].

Dalam penelitian ini penulis mengembangkan metode kalibrasi dengan menggunakan rangkaian penguat sinyal (*Op-Amp*) untuk meningkatkan nilai kisaran tegangan keluaran sensor TDS, serta penerapan metode regresi linier

untuk mendapatkan persamaan dari hubungan nilai tegangan sensor TDS dengan nilai ppm dari TDS Meter agar mendapatkan akurasi pembacaan yang mendekati TDS Meter. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa rangkaian *Op-Amp* mampu untuk menguatkan tegangan keluaran sensor TDS yang semula memiliki tegangan keluaran maksimal 2,383 V menjadi 5 V. Nilai akurasi pembacaan sensor TDS yang telah ditambahkan rangkaian penguat sinyal yang semula bernilai 96,05% menjadi 96,63%, dengan peningkatan nilai akurasi sebesar 0,58% [8].

2.2 Teori Dasar

2.2.1 Resistor

Resistor merupakan salah satu komponen elektronika yang mempunyai sifat dapat menghambat arus listrik. Termasuk komponen pasif karena tidak memerlukan arus listrik agar dapat berfungsi. Komponen ini dibuat dari bahan karbon dan keramik serta memiliki bentuk tabung. Uda kerjanya dinilai sebagai kapasitas resistor. Umumnya terlihat dari bentuk tabung yang dimilikinya. Artinya semakin besar kapasitas daya resistor, maka biasanya bentuk tabungnya pun akan terlihat semakin besar. Jika kapasitasnya kecil, maka tabung yang diaplikasikan semakin kecil pula.

Konsep dasar dari resistor pada umumnya adalah Listrik mengalir dalam material apa pun melalui elektron, partikel bermuatan negatif yang sangat kecil dalam atom. Dalam logam, konsep ini menggambarkan fungsi di mana elektron mudah tersedia untuk mengalirkan listrik. Oleh karena itu, logam merupakan konduktor listrik yang baik. Dalam logam, listrik mengalir dengan mudah dibandingkan dengan material non-logam karena logam memberikan sedikit hambatan terhadap aliran elektron yang melaluinya dan oleh karena itu logam, terutama emas, perak, dan tembaga, banyak digunakan untuk membuat barang-barang listrik atau elektronik. Resistor dikategorikan berdasarkan tingkat resistansinya. Ohm Ω adalah satuan pengukuran untuk resistansi. Perilaku resistor ditentukan oleh hubungan yang ditentukan oleh hukum Ohm. Hukum Ohm menyatakan bahwa tegangan (V) pada sebuah resistor sebanding dengan arus (I) dan konstanta proporsionalitasnya adalah Resistansi (R). Dengan kata lain, 1 Ohm Ω adalah resistansi antara dua titik di mana 1V (volt) energi potensial

diperlukan untuk mentransfer arus 1A (ampere). Resistor berguna untuk memblokir energi potensial dan penyumbatan energi ini muncul sebagai panas. Terkadang, panas yang dihasilkan ini terbuang sia-sia. Ada sejumlah peralatan yang dibuat untuk menggunakan energi terbuang ini. Misalnya, bola lampu kuno, di mana filamen yang sangat tipis diikat pada dua terminal dan ketika arus melewati filamen ini, filamen menjadi sangat panas untuk menghasilkan cahaya. Pada konsep yang sama, peralatan lain seperti ketel listrik, radiator listrik, geysir, pemanggang roti, pembuat kopi, dll. bekerja. Resistor ini adalah jenis resistor tetap. Resistor variabel juga tersedia yang berguna dalam kenop volume TV, radio, pengeras suara. Penggunaan lain dari resistor variabel adalah pada regulator kipas langit-langit.

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega)[9].

Resistor adalah komponern elektronik dua kutub yang di desain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi tegangan listrik diantara kedua kutubnya, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding lurus dengan arus yang mengalir berdasarkan Hukum Ohm[10].



Gambar 2. 1 Bentuk fisik resistor.

Terdapat beberapa jenis resistor yang umumnya diaplikasikan pada perangkat elektronika. Semuanya dihitung berdasarkan nilai hambatan yang dimilikinya. Adapun jenis-jenisnya adalah sebagai berikut:

a. Resistor tetap

Merupakan resistor yang memiliki nilai tetap ataupun selalu konstan. Besarannya dapat dilihat melalui kode warna yang ada pada gelang resistor.

b. Resistor Variabel

Resistor jenis ini memiliki variabel yang dapat berubah sesuai dengan kebutuhan rangkaian listrik. Umumnya digunakan untuk mengatur besaran listrik.



Gambar 2. 2 Bentuk fisik resistor variable.

c. Thermal resistor

Resistor jenis ini sering juga disebut sebagai thermistor. Hal tersebut disebabkan karena komponen tersebut bisa dipengaruhi oleh perubahan suhu.



Gambar 2. 3 Thermal resistor

Dari beberapa jenis resistor, resistor umumnya memiliki beberapa fitur utama yaitu:

- a. Resistansi: Dinyatakan dalam Ohm (Ω), resistansi adalah ukuran seberapa banyak resistor menghambat aliran arus listrik. Nilai resistansi sebuah resistor bisa sangat kecil (ohm) hingga sangat besar (megaohm).
- b. Daya Tahan: Dinyatakan dalam watt (W), daya tahan resistor menunjukkan berapa banyak energi yang dapat ditangani oleh resistor sebelum mengalami

kerusakan. Resistor dengan daya tahan yang lebih tinggi dapat menangani lebih banyak energi.

- c. Toleransi: Ini adalah ukuran seberapa akurat nilai resistansi sebuah resistor. Dinyatakan dalam persentase, toleransi menunjukkan variasi yang mungkin dari nilai resistansi yang diklaim.
- d. Koefisien Suhu: Ini menggambarkan bagaimana resistansi sebuah resistor berubah dengan suhu. Penting dalam aplikasi di mana resistor akan mengalami perubahan suhu yang signifikan.

2.2.2 Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang berfungsi menyimpan muatan listrik dalam jangka waktu tertentu. Satuan dari kapasitor adalah Farad. Kapasitor terbuat dari material logam yang berbentuk dua buah lempengan yang disusun secara paralel dan berdekatan satu dengan yang lain sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan dan fungsinya.

Kapasitor merupakan suatu piranti elektronika yang dapat digunakan untuk menyimpan muatan listrik dan energi listrik. Kapasitor memiliki muatan positif dan negatif yang menempel di masing-masing plat. Muatan yang terdapat di dalam kapasitor bersifat sementara, karena fungsi dari kapasitor berguna untuk membuat arus yang mengalir menjadi stabil. Didalam kapasitor terdapat pemisah antara kedua buah muatan yang berfungsi untuk menghindari kontak antara muatan yang tidak sejenis, pemisah kedua plat dikenal sebagai dielektrik. Dielektrik adalah suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau bahkan tidak ada. Bahan dielektrik tidak mempunyai elektron konduksi yang bebas bergerak di seluruh bahan oleh pengaruh medan listrik. Medan listrik tidak akan menyebabkan pergerakan muatan dalam bahan dielektrik. Sifat inilah yang menyebabkan bahan dielektrik itu merupakan isolator yang baik[11].

Struktur atau komponen kapasitor terdiri dari dua buah lempengan logam (pelat metal) yang disusun secara paralel dan berdekatan satu sama lain. Kedua lempengan metal tersebut dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Jarak antara kedua lempengan disebut sebagai jarak dielektrik. Proses pengisian kapasitor atau kondensator dimulai ketika kedua ujung pelat metal diberi tegangan listrik. Muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metal dan, pada

saat yang sama, muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Karena terpisah oleh bahan dielektrik yang nonkonduktif, muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif. Ketika elektron-elektron mengalir dari sumber tegangan ke salah satu lempengan kapasitor, lempengan lainnya kehilangan elektron. Akibatnya, terjadilah ketidakseimbangan muatan listrik antara kedua lempengan. Muatan listrik ini akan terus tersimpan didalam kapasitor selama jangka waktu tertentu.

Kapasitor dibagi menjadi 2 kelompok mekanis. Kapasitor tetap yang terdiri dari nilai kapasitansi tetap. Dan kapasitansi variabel dengan nilai kapasitansi variabel. Berikut adalah uraian singkat tentang berbagai jenis kapasitor dan sifat-sifatnya.

Kapasitor Keramik

Kapasitor keramik merupakan salah satu kapasitor yang paling umum digunakan. Bahan yang digunakan dalam jenis kapasitor ini adalah dielektrik. Selain itu, kapasitor keramik merupakan perangkat non-polar yang berarti bahwa kapasitor ini dapat digunakan pada jalur mana pun di dalam rangkaian. Jenis kapasitor keramik bergantung pada aksesibilitas kapasitor, kapasitor keramik dibagi menjadi tiga kelompok:



Gambar 2. 4 Kapasitor keramik

- a. Kapasitor keramik pelat timah
- b. Kapasitor keramik berlapis-lapis yang dipasang di permukaan
- c. Kapasitor keramik pelat tanpa timah yang terpapar gelombang mikro

Bergantung pada kisaran suhu, fluktuasi suhu, dan resistansi, kapasitor keramik dibagi menjadi beberapa kelas berikut:

- a. Kapasitor keramik kelas 1: Kapasitor ini dipandang sebagai kapasitor paling stabil dengan atribut lurus.
- b. Kapasitor keramik Kelas 2: Kapasitor ini memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal efektivitas volumetrik, tetapi presisi dan keandalannya masih dipertanyakan. Kapasitor ini digunakan dalam kopling dan decoupling.
- c. Kapasitor keramik Kelas 3: Kapasitor ini memiliki efektivitas volumetrik tinggi dengan presisi rendah dan faktor hamburan rendah. Kapasitor ini berguna dalam decoupling.

Pengaplikasian dari kapasitor keramik yaitu:

- a. Kapasitor keramik berguna dalam lembaran sirkuit cetak yang digunakan pada aplikasi kepadatan tinggi.
- b. Ketidakekstremannya membuatnya masuk akal untuk penggunaan umum.
- c. Mereka menemukan aplikasi pada mesin DC karena digunakan untuk mengurangi kebisingan RF.
- d. Kapasitor keramik berguna di stasiun pemancar yang menggunakan sirkuit penuh.

Kapasitor Film

Kapasitor film adalah film polimer, film plastik, atau film dielektrik. Manfaat kapasitor film adalah harganya yang terjangkau dan memiliki masa pakai yang lama. Kapasitor film menggunakan bahan dielektrik tipis dengan sisi kapasitor yang lain dilapisi logam. Bergantung pada aplikasinya, kapasitor film dilipat menjadi film tipis. Rentang tegangan keseluruhan kapasitor ini adalah dari 50 V hingga 2 kV. Jenis kapasitor film Bergantung pada bahan dielektrik yang digunakan dan aplikasinya, Berikut ini adalah klasifikasi kapasitor film:

- a. Kapasitor snubber tugas berat
- b. Kapasitor gaya SMD
- c. Kapasitor gaya aksial
- d. Kapasitor gaya radial

Pengaplikasian dari kapasitor film ini yaitu:

- a. Kapasitor ini digunakan sebagai kapasitor kesejahtraan dan impedansi elektromagnetik.
- b. Kapasitor film daya menemukan aplikasinya dalam perangkat keras gaya.
- c. Kapasitor ini digunakan untuk melindungi gadget dari lonjakan tegangan yang tidak terduga.
- d. Kapasitor film digunakan untuk meningkatkan faktor daya gadget.

Kapasitor Film Daya

Metode pengembangan dan bahan yang digunakan dalam kapasitor film daya sama seperti kapasitor film standar. Film polipropilena digunakan sebagai dielektrik dalam kapasitor.

Kapasitor Elektrolit

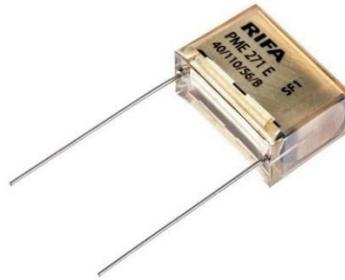
Pada kapasitor elektrolit, anoda logam dilapisi dengan lapisan teroksidasi. Ini digunakan sebagai dielektrik. Kapasitor ini bersifat ajaib. Kapasitor elektrolit diklasifikasikan tergantung pada dielektriknya.

- a. Kapasitor elektrolit aluminium – aluminium oksida (dielektrik).
- b. Kapasitor elektrolit tantalum – tantalum pentoksida (dielektrik).
- c. Kapasitor elektrolit niobium – niobium pentoksida (dielektrik).

Pengaplikasian dari kapasitor elektrolit ini yaitu:

- a. Kapasitor elektrolit digunakan ketika ada prasyarat untuk kapasitansi yang sangat besar.
- b. Mereka berguna sebagai alat penyaring yang menurunkan tegangan gelombang.
- c. Mereka berguna dalam pengeras suara untuk mengurangi kebisingan listrik yang ditimbulkan oleh fleksibilitas dasar.
- d. Kapasitor elektrolit berguna dalam menghaluskan sinyal informasi dan menghasilkan sinyal DC yang memiliki segmen AC berdaya.

Kapasitor Kertas



Gambar 2. 5 Kapasitor kertas

Kapasitor kertas adalah kapasitor tetap yang menggunakan kertas sebagai bahan dielektriknya. Ukuran muatan listrik yang disimpan oleh kapasitor kertas bersifat tetap. Kapasitor ini terdiri dari dua pelat logam dan kertas yang digunakan sebagai bahan dielektriknya diletakkan di antara kedua pelat tersebut dan pengaplikasian dari kapasitor kertas ini adalah:

- a. Kapasitor ini digunakan untuk rangka penyaringan derau, penggandengan, dan pemutusan sambungan.
- b. Mereka juga digunakan untuk menghalangi bendera DC sehingga sinyal AC dapat lewat.
- c. Sensor, misalnya sensor kelembaban, sensor level bahan bakar, dan sebagainya memanfaatkan kapasitor kertas.
- d. Kapasitor kertas dimanfaatkan dalam rangka suara kendaraan karena memberikan kapasitas tambahan pada speaker.



Gambar 2. 6 Bentuk fisik kapasitor

Pemasangan kapasitor daya dalam jaringan listrik merupakan pemasangan kapasitor secara paralel pada suatu instalasi listrik dengan harapan dapat menaikkan efisiensi faktor daya ($\cos\phi$). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan kapasitor daya pada beban-beban induktif yang ada pada minimarket terhadap kualitas listrik yang dipakai. Metode yang dipakai adalah metode eksperimen dengan tujuan mengetahui pengaruh dari suatu perlakuan (dalam hal ini pengukuran)[12].

2.2.3 Dioda

Dioda adalah alat yang melewatkan arus listrik dalam satu arah saja, dan karenanya dapat dianggap sebagai sejenis katup satu arah untuk elektron. Ketika elektron bergerak ke arah yang benar untuk melewati dioda, dioda dikatakan bias ke depan. Dengan demikian, penurunan tegangan maju dioda juga dikenal sebagai penurunan tegangan bias maju.



Gambar 2. 7 Bentuk fisik dioda

Terdapat beberapa jenis dioda berdasarkan konstruksi, karakteristik, dan aplikasinya. Berikut ini adalah beberapa jenis dioda yang umum ditemui:

a. Dioda Semikonduktor P-N Junction

Jenis diode ini adalah yang paling umum. Terdiri dari dua bagian semikonduktor tipe berlawanan yang disebut p-type (berlebihan lubang) dan n-type (berlebihan elektron), membentuk junction di antara keduanya. Dioda ini dapat digunakan sebagai penyearah, detektor cahaya, pengaman terhadap arus bolak-balik, dan banyak lagi.

b. Dioda Zener

Diode zener dirancang untuk beroperasi pada tegangan zener tertentu dalam arah terbalik. Ini memungkinkan diode zener digunakan dalam aplikasi pengaturan tegangan, di mana mereka menjaga tegangan stabil meskipun terjadi variasi pada tegangan input. Dioda zener juga digunakan dalam perlindungan terhadap lonjakan tegangan.

c. Dioda Schottky

Diode Schottky memiliki hambatan lebih rendah daripada diode p-n junction biasa. Ini membuatnya cocok untuk aplikasi yang memerlukan penyearahan cepat atau sirkuit saklar. Diode Schottky memiliki penurunan tegangan yang lebih rendah daripada diode p-n junction, yang memungkinkan operasi yang lebih efisien dalam beberapa situasi.

d. Dioda LED (Light Emitting Diode)

Diode LED mengubah arus listrik menjadi cahaya. Mereka tersedia dalam berbagai warna tergantung pada bahan semikonduktor yang digunakan. Dioda LED digunakan dalam pencahayaan, tampilan, indikator, dan bahkan komunikasi optik.

e. Dioda Fotodetektor

Diode fotodetektor dapat mendeteksi cahaya dan mengubahnya menjadi arus listrik. Ini membuatnya berguna dalam aplikasi seperti sensor cahaya, detektor gerak, komunikasi optik, dan banyak lagi.

f. Dioda Varaktor (Varactor Diode)

Diode varaktor adalah jenis khusus diode yang memiliki kapasitansi variabel yang dapat diubah dengan mengubah tegangan bias. Ini membuatnya cocok untuk digunakan dalam rangkaian osilator terkontrol tegangan (VCO) dan aplikasi lain yang melibatkan perubahan kapasitansi.

g. Dioda Gunn

Diode Gunn adalah diode yang dapat digunakan dalam osilator mikrogelombang dan memiliki karakteristik negatif diferensial resistansi. Ini memungkinkan mereka menghasilkan osilasi pada frekuensi mikrogelombang.

h. Dioda Tunnel

Diode tunnel memanfaatkan efek tunneling kuantum, di mana elektron dapat melewati potensi energi yang seharusnya tidak bisa dilakukan dalam teori klasik. Dioda tunnel digunakan dalam aplikasi yang melibatkan frekuensi tinggi dan komunikasi optik.

i. Dioda Pemancar Cahaya (Laser Diode)

Diode pemancar cahaya adalah jenis khusus dioda yang mampu menghasilkan cahaya koheren dalam bentuk laser. Mereka digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komunikasi serat optik, pengukuran presisi, dan teknologi medis.

Dari semua jenis dioda yang sering kita temui, dioda umumnya terbagi menjadi 2 karakteristik yaitu :

a. Tegangan Ambang (Forward Biased)

Karakteristik dioda yang pertama ialah di bias secara maju. Dioda pada bias maju memiliki penjelasan yaitu upaya untuk memberikan tegangan luar menuju terminal dioda. Apabila anoda terhubung dengan kutub positif pada baterai serta katoda terhubung dengan kutub negatif pada baterai maka akan mengakibatkan bias maju atau forward bias. Jenis kegiatan anoda yang mengalir kekatoda ini memiliki kesamaan dengan rangkaian tertutup. Apabila tegangan yang diberikan berbeda dan nilai arusnya positif maka bias tersebut akan teraliri arus. Untuk dioda silikon, yang umumnya paling umum, penurunan tegangan maju dioda adalah sekitar 0,7 volt (V).

b. Arus Terbalik (Reverse Biased)

Karakteristik dioda selanjutnya ialah di bias secara mundur. Dalam bias mundur, anoda dihubungkan dengan kutub negatif dan katoda dihubungkan dengan kutub positif. Dengan begitu jumlah arus yang mengalir pada rangkaian bias mundur akan lebih kecil. Pada bias mundur dioda, terdapat arus maju yang dihubungkan dengan baterai yang memiliki tegangan tidak terlalu besar dan signifikan karena tidak mengalami peningkatan. Ketika terjadi proses reverse, dioda tidak bisa menghantarkan listrik karena nilai hambatannya besar. Dioda ini juga dianjurkan untuk tidak memiliki besar tegangan dan arus yang melebihi batas.

Salah satu jenis dioda yang umum digunakan pada beragam rangkaian elektronika adalah tipe 1N4148. Tipe dioda sinyal yang memiliki bentuk kecil ini memiliki dua buah terminal di kedua sisinya : terminal katoda dan anoda. terminal katoda pada dioda ini ditandai dengan tanda gelang atau pita melingkar pada salah satu sisi body dioda.

Dioda 1N4148 mampu menangani arus listrik maksimum sebesar 2A. Memiliki waktu pemulihan 8ns dengan waktu switching yang sangat cepat saat diberi bias maju. Karena itu dioda ini juga dikenal sebagai dioda switching dan sering dipakai pada berbagai aplikasi sirkuit elektronika.

Fungsi utama dioda 1N4148 adalah sebagai saklar atau gerbang yang hanya dapat meneruskan arus listrik dalam satu arah saja. Dioda ini memiliki resistensi tinggi di bawah tegangan tetap sedangkan mereka memiliki resistansi rendah di atas tegangan tetap.

Setelah rangkaian op-amp kemudian masuk ke rangkaian penyearah dan filter. Dioda yang digunakan adalah dioda yang dapat menerima frekuensi tinggi yaitu dioda 1N4148. Sinyal keluaran dari rangkaian penguat differensial akan disearahkan lalu difilter menggunakan kapasitor agar pembacaannya lebih halus[13].

2.2.4 Sensor Piezoelektrik

Sensor piezoelektrik adalah alat serbaguna untuk pengukuran berbagai proses. Sensor ini digunakan untuk jaminan kualitas , kontrol proses , dan untuk penelitian dan pengembangan di banyak industri. Jacques dan Pierre Curie menemukan efek piezoelektrik pada tahun 1880, tetapi baru pada tahun 1950-an produsen mulai menggunakan efek piezoelektrik dalam aplikasi penginderaan industri. Sejak saat itu, prinsip pengukuran ini semakin banyak digunakan, dan telah menjadi teknologi yang matang dengan keandalan bawaan yang sangat baik.

Mereka telah berhasil digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam bidang medis , kedirgantaraan , instrumentasi nuklir dan sebagai sensor kemiringan dalam elektronik konsumen atau sensor tekanan dalam panel sentuh telepon seluler. Dalam industri otomotif , elemen piezoelektrik digunakan untuk memantau pembakaran saat mengembangkan mesin pembakaran internal . Sensor

dipasang langsung ke lubang tambahan di kepala silinder atau busi/busi pijar dilengkapi dengan sensor piezoelektrik mini bawaan.

Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Efek piezoelektrik terjadi jika medan listrik terbentuk ketika material dikenai tekanan mekanis. Pada saat medan listrik melewati material, molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik, dihasilkan dipole yang terinduksi dengan molekul atau struktur kristal material. Penyesuaian molekul akan mengakibatkan material berubah dimensi. Fenomena tersebut dikenal dengan *electrostriction*[14].



Gambar 2. 8 Sensor piezoelektrik

Karakteristik piezoelektrik adalah sifat yang terbentuk oleh keramik yang terpolarisasi, sehingga beberapa bagian molekul bermuatan positif dan sebagian yang lain bermuatan *negative* membentuk elektroda-elektroda yang menempel pada dua sisi yang berlawanan dan menghasilkan medan listrik material yang dapat berubah akibat gaya mekanik. Pada saat medan listrik melewati material, molekul yang terpolarisasi akan menyesuaikan dengan medan listrik, dihasilkan dipole yang terinduksi dengan molekul atau struktur kristal materi.

Penyesuaian molekul akan mengakibatkan material berubah dimensi. Fenomena tersebut dikenal dengan *electrostriction* (efek piezoelektrik) *Barium titanate* dan *zirconate titanate* merupakan material piezoelektrik buatan manusia.

Di alam ada banyak material alami yang dapat memberikan efek piezoelektrik, seperti *berlinite*, kuarsa, turmalin, dan garam *rossel*. Material jenis ini antara lain yaitu lapisan tipis *rhombohedral lead zirconium titanate* (PZT) sebagai aktuator untuk MEMS, lapisan tipis aluminium *nitride* (AlN) sebagai filterf atau resonantor (orde GHz) berbasis efek *surface acoustic wave* (SAW), komposit piezoelektrik seperti serbuk keramik PTCa yang didispersikan dalam *epoxy* digunakan sebagai aktuator pembalik (listrik menjadi energy mekanik).

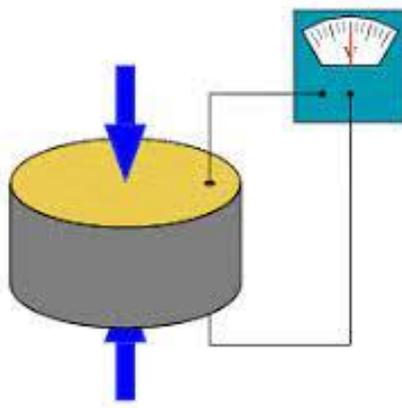
Sensor tekanan piezoelektrik terutama didasarkan pada efek piezoelektrik (efek piezoelektrik). Gunakan komponen listrik dan mesin lain untuk mengubah tekanan yang akan diukur menjadi listrik. Kemudian melakukan pengukuran presisi instrumen seperti pemancar tekanan dan sensor tekanan.

Prinsip kerja piezoelektrik Seperti diketahui pada penjelasan sebelumnya, bahwa piezoelektrik berasal dari bahan atau material yang menggunakan prinsip efek piezoelektrik. Prinsip kerja piezoelektrik sendiri pada dasarnya adalah terdiri dari 2 bidang yang berdempet. Yang mana diantara bidang tersebut akan menghasilkan dipole yang terinduksi molekul yang terdiri dari berbagai struktur kristal tergantung dari bahan pada bidang tersebut.

Ketika piezoelektrik mengalami tekanan yang disengaja, maka akan menghasilkan gaya listrik pada bidang piezo sehingga akan menghasilkan tegangan listrik pada kedua bagian tersebut. Secara lebih mudah dapat dikatakan bahwa prinsip kerja piezoelektrik akan menghasilkan gerakan mekanis berupa getaran suara ketika kedua bidang pada piezo dialiri arus listrik. Sebaliknya ketika bidang piezo diberikan tekanan berupa ketukan misalnya, maka energi mekanik tersebut akan diubah menjadi energi listrik.

Pada efek piezoelektrik, perubahan polarisasi terjadi akibat dari pembebanan atau stress mekanik. Piezoelektrik tidak disebabkan oleh perubahan densitas muatan dipermukaan melainkan dengan kepadatan dipol pada *bulk*, misalnya: 1 cm³ kubus kuarsa ketika diberi gaya 2 kN akan menghasilkan tegangan 12.500 V. Sensor piezoelektrik biasanya diaplikasikan sebagai:

- a. Sistem alarm
Sensor piezoelektrik dapat mendeteksi getaran mekanis, mengubahnya menjadi muatan listrik, dan memicu sirene alarm. Sensor ini dapat dipasang di pintu, jendela, rangka, atau lantai
- b. Pengukur tekanan dinamis
Sensor piezoelektrik dapat digunakan untuk mengukur tekanan dinamis, misalnya dalam turbulensi, ledakan, dan pembakaran mesin.
- c. Pemantau denyut nadi
Sensor piezoelektrik dapat ditempelkan pada kulit untuk memantau denyut nadi arteri secara real-time.
- d. Sensor kemiringan
Sensor piezoelektrik dapat digunakan sebagai sensor kemiringan pada elektronik konsumen.
- e. Sensor tekanan pada bantalan sentuh ponsel
Sensor piezoelektrik dapat digunakan sebagai sensor tekanan pada bantalan sentuh ponsel.
- f. Generator listrik pada sepatu
Sensor piezoelektrik dapat digunakan sebagai generator listrik pada sepatu untuk mengisi baterai perangkat elektronik berdaya rendah.



Gambar 2. 9 Prinsip kerja sensor piezoelektrik

2.2.5 Arduino

Arduino adalah platform perangkat keras (hardware) yang dirancang untuk memudahkan pengembangan dan prototyping proyek-proyek elektronik. Ini terdiri dari papan sirkuit cetak berukuran kecil yang dilengkapi dengan mikrokontroler dan sejumlah pin input/output yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan komponen elektronik lainnya. Mikrokontroler pada papan Arduino adalah otak utama yang mengontrol berbagai komponen yang terhubung dengannya. Papan Arduino biasanya dilengkapi dengan berbagai macam varian mikrokontroler dari berbagai produsen, seperti ATmega yang diproduksi oleh Microchip Technology. Meskipun demikian, Arduino lebih sering dikaitkan dengan platform open-source yang dikelola oleh Arduino.cc.

Salah satu keunggulan utama Arduino adalah lingkungan pemrograman yang mudah digunakan. Pengguna dapat membuat program (kode) menggunakan bahasa pemrograman C/C++ yang telah disederhanakan dan diberi perpustakaan fungsi-fungsi khusus Arduino. Lingkungan pengembangan Arduino (Arduino IDE) menyediakan antarmuka yang ramah pengguna untuk mengunggah kode ke papan Arduino melalui koneksi USB atau bahkan Bluetooth, tergantung pada varian papan. Arduino juga sering digunakan sebagai mikrokontroler karena memiliki beberapa kelebihan jika digunakan sebagai mikrokontroler yaitu:

a. Harga yang Terjangkau bagi pemula

Harga Arduino ada di kisaran 125 – 400 ribu rupiah saja. Dengan harga yang terjangkau ini, kita dapat membuat sebuah sistem IoT murah dengan bermacam fungsi.

b. Mudah Dipelajari

Arduino menggunakan bahasa pemrograman C yang cenderung sangat sederhana dan dilengkapi dengan library. Sehingga bagi pemula bisa lebih mudah mempelajari.

c. Menggunakan Port USB

Arduino tidak lagi membutuhkan port khusus untuk melakukan pemrogramannya. Hal ini karena arduino sudah dilengkapi dengan Port USB.

d. Memiliki Banyak Library Gratis

Pada Arduino IDE sudah disediakan library yang bisa diunduh secara gratis sehingga kita hanya perlu mengimportnya dan menambahkan kode khusus sesuai kebutuhan proyek yang diinginkan.

e. Bersifat Open Source

Arduino bersifat open source yang artinya kita dapat membuat dan merakit proyek buatan kita sendiri. Pada situs resminya arduino.cc kita sudah bisa membaca dokumentasi lengkapnya dan mulai melakukan proyek.

f. Software Arduino IDE Dapat Dijalankan Pada Berbagai Sistem Operasi

Arduino IDE dapat dijalankan pada berbagai jenis operasi sistem pada komputer seperti Windows, Macintosh dan Linux.

g. Dilengkapi Tombol dan Pin Reset

Arduino juga dilengkapi dengan tombol reset yang memungkinkan kita untuk membangun ulang program kita kembali.

Arduino dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari proyek-proyek hobi seperti pembuatan robot, alat pengukur, lampu kendali, hingga aplikasi industri yang lebih kompleks. Karena sifatnya yang open-source, komunitas Arduino aktif dalam berbagi proyek, tutorial, dan sumber daya lainnya, membuatnya menjadi pilihan populer bagi pemula maupun pengembang berpengalaman dalam bidang elektronik dan pemrograman.



Gambar 2. 10 Bentuk fisik Arduino uno

Arduino adalah nama keluarga papan mikrokontroler yang awalnya dibuat oleh perusahaan *smart projects*. Salah satu tokoh penciptanya adalah Massimo banzi. Papan ini merupakan perangkat keras yang bersifat “*open source*” sehingga boleh

dibuat siapa saja. Arduino dibuat dengan tujuan untuk memudahkan eksperimen atau perwujudan berbagai peralatan yang berbasis mikrokontroler[15].

Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board mikrokontroler* berbasis ATmega328 (*datasheet*). 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, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Papan Arduino Uno dapat mengambil daya dari USB port pada komputer dengan menggunakan USB charger atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC adapter dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat power supply yang melalui AC adapter, maka papan Arduino akan mengambil daya dari *USB port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC adapter secara bersamaan dengan USB port maka papan Arduino akan mengambil daya melalui AC adapter secara otomatis.

Arduino Uno *board* didukung oleh *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, *debugging* dan proses *download* ke Arduino boardnya. Dengan sekali klik, program yang sudah kita buat langsung tercompile dan terdownload ke *mikrokontroler* yang ada di *Arduino Board*. Dan Arduino akan langsung bekerja sesuai dengan program yang keinginan kita. Ada banyak sekali yang bisa dibuat dengan mudah dengan Arduino :

- a) Lampu flip-flop, lampu Lalu-lintas
- b) Robot pintar; *line follower*, *maze solver*, pencari api, dll
- c) Mengontrol *motor stepper*,
- d) Mendeteksi suhu dan mengatur suhu ruang,
- e) Jam digital
- f) *Timer alarm*
- g) *Display LCD*, dan masih banyak lagi contoh yang lainnya.

Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan mikrokontroler kecil dan kuat yang didasarkan pada ATmega328P (versi lama) atau ATmega328 (versi terbaru). Papan ini memiliki ukuran yang sangat kompak, hanya 18 x 45 mm, dan dilengkapi dengan 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai PWM output), 8 pin analog input, dan konektivitas USB untuk pemrograman dan komunikasi serial. Nano sering digunakan dalam proyek-proyek di mana ruang adalah kendala utama, seperti robotika kecil, wearable technology, dan perangkat IoT.

Sistem pengolahan data menggunakan mikrokontroler Arduino Nano. Data yang telah diolah dikirim ke telepon seluler berbasis android. Internet untuk Segala Hal(IoT) melalui modul GSM SIM900A sebagai notifikasi yang bekerja dari jarak jauh melalui Layanan Pesan Singkat(SMS). Selain itu, sistem juga menerapkan notifikasi suara langsung melalui speaker 2 Watt menggunakan modul DFPlayer Mini[16].

Arduino Mega

Arduino Mega adalah papan mikrokontroler yang menggunakan IC ATmega2560. Arduino Mega ini memiliki 54 pin input / output digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (hardware port serial), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP, dan tombol reset. Board ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung fungsi sebagai mikrokontroler; cukup sambungkan ke komputer dengan kabel USB atau daya dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk sumber tegangannya. Board Arduino Mega kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Uno dan papan sebelumnya Duemilanove atau Diecimila.

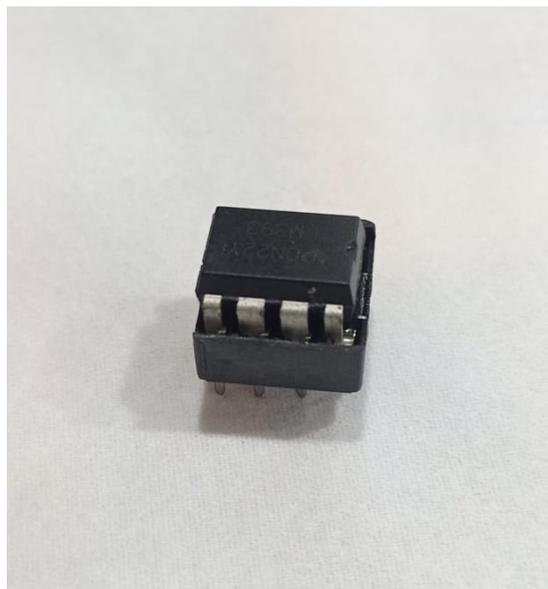
Arduino Mikro

Arduino Micro sedikit lebih besar dari Nano dengan ukuran 18 x 48 mm. Papan ini menggunakan mikrokontroler ATmega32U4 yang lebih canggih, yang memiliki kemampuan komunikasi USB langsung tanpa memerlukan chip tambahan. Micro memiliki 20 pin digital input/output (7 di antaranya dapat digunakan sebagai PWM output), 12 pin analog input, dan juga mendukung konektivitas USB. Dengan fitur USB native ini, Arduino Micro dapat berfungsi

sebagai perangkat USB seperti keyboard atau mouse, menjadikannya pilihan ideal untuk proyek-proyek yang memerlukan interaksi dengan komputer.

2.2.6 LM 358

LM358 IC adalah kekuatan besar, rendah serta gampang dipakai dual channel op-amp IC. Ini dirancang serta diperkenalkan oleh semikonduktor nasional. Ini terdiri dari dua kompensasi internal, gain tinggi, op-amp independen. IC ini dirancang untuk khusus beroperasi dari satu daya tunggal melewati beberapa tegangan. IC LM358 terdapat dalam paket berkapasitas chip serta software op amp ini tergolong rangkaian op-amp konvensional, blok penguatan DC, serta amplifier transduser. LM358 IC adalah penguat operasional standar yang bagus serta amatlah tepat untuk kebutuhan Anda. Bisa menangani pasokan & sumber DC 3-32V sampai 20mA per saluran. Op-amp ini amatlah tepat, apabila Kamu ingin mengoperasikan dua op-amp terpisah untuk satu daya tunggal. Ini terdapat dalam paket DIP 8-pin.



Gambar 2. 11 Bentuk fisik LM 358.

LM358 adalah sebuah modul amplifier, dimana LM358 tidak membutuhkan penggantian frekuensi, penggantian frekuensi secara internal, dan juga rendahnya noise. Modul LM358 adalah sebuah rangkaian terintegrasi yang dirancang untuk sebagai amplifier dengan cara kerja ganda. Jangkauan input tegangan yang tinggi, membuat amplifier ini ideal untuk aplikasi-aplikasi lainnya. LM358 menerima tegangan minimal 5V dan maksimal 15V[17].

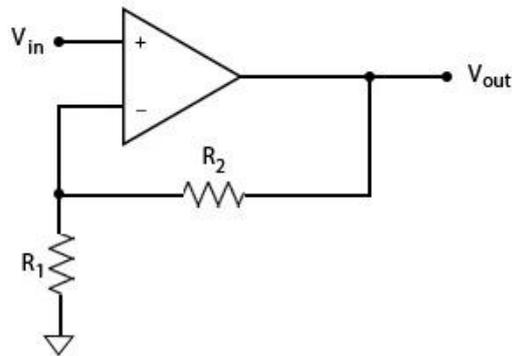
Dalam elektronika, komparator adalah perangkat yang membandingkan dua tegangan atau arus dan menghasilkan sinyal digital yang menunjukkan mana yang lebih besar. Ia memiliki dua terminal masukan analog, V_+ dan V_- dan satu keluaran digital biner yang rendah ketika V_- lebih besar dan tinggi ketika V_+ lebih besar. IC komparator LM358 terdiri dari dua penguat operasional (Op-Amp) internal, yang komparator dalam satu IC untuk menggunakan LM358 sebagai komparator, Perlu dihubungkan sumber daya dengan pin V_{cc} dan GND dari IC LM358 untuk mengaktifkan IC. Kemudian, perlu diberikan dua tegangan masukan ke Op-Amp untuk perbandingan. Sekarang bisa didapatkan keluaran dari Op-Amp.

LM-358 memiliki banyak fitur menakjubkan termasuk, rentang catu daya lebar, pengurusan arus catu daya rendah, independen dari tegangan catu daya, lebar pita penguatan kesatuan lebar, rentang tegangan mode umum input termasuk ground, bias input rendah, dan penguatan tegangan diferensial loop terbuka, frekuensi internal dikompensasi untuk penguatan kesatuan dll.

2.2.7 Non Inverting Amplifier

Penguat operasional non-pembalikan adalah rangkaian penguat operasional dengan tegangan keluaran yang sefase dengan tegangan masukan. Komplemennya adalah penguat operasional pembalik, yang menghasilkan sinyal keluaran yang berbeda fase sebesar 180 derajat. Input non-inverting dari amplifier mengacu pada konfigurasi pin. Input non-inverting adalah terminal yang ditandai dengan tanda plus (+), dan input inverting ditandai dengan tanda minus (-). Ini juga dapat disebut sebagai terminal positif dan negative.

Perbedaan dengan penguat inverting dimana sinyal masukan V_i dihubungkan langsung ke masukan non inverting dan resistansi R_i ditanahkan. Hubungan tanah pada Op-Amp menyebabkan tegangan pada masukan sama dengan tegangan pada masukan non-inverting sehingga arus ini seluruhnya mengalir melalui R_i karena Op-Amp dianggap ideal sehingga arus pada R_f sama besarnya dengan arus pada R_i [18].



Gambar 2. 12 Bentuk fisik LM 358.

Perhatikan rangkaian penguat operasional non-pembalikan yang ditunjukkan di atas. Menurut Aturan Tegangan, tegangan pada masukan pembalik (-) akan sama dengan tegangan pada masukan non-pembalikan (+), yaitu tegangan yang diberikan V_{in} . Maka didapatkan persamaan matematis seperti dibawah :

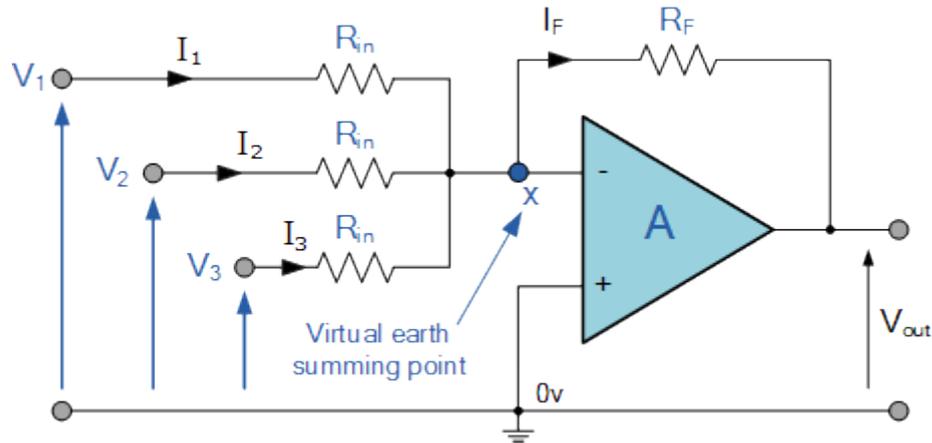
$$V_{out} = V_{in} + (V_{in} / R_1) R_2 \quad (2.1)$$

Dimana, V_{out} adalah tegangan output, V_{in} adalah tegangan input, R_1 adalah resistance 1 dan R_2 .

2.2.8 Summing Amplifier

Summing amplifier atau penguat penjumlah adalah jenis lain dari konfigurasi rangkaian penguat operasional yang digunakan untuk menggabungkan tegangan yang ada pada dua atau lebih masukan menjadi tegangan keluaran tunggal. Kita telah melihat sebelumnya pada penguat operasional pembalik bahwa penguat pembalik memiliki satu tegangan masukan, (V_{in}) yang diterapkan ke terminal masukan pembalik. Jika kita menambahkan lebih banyak resistor masukan ke masukan, masing-masing sama nilainya dengan resistor masukan asli, (R_{in}) kita akan mendapatkan rangkaian penguat operasional lain yang disebut penguat penjumlah. Biasanya, output dari summing amplifier adalah inversi dari jumlah sinyal input karena konfigurasi yang paling umum menggunakan op-amp dalam mode inverting. Namun, jika digunakan dalam konfigurasi non-inverting, output tidak terinversi. Summing amplifier sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika seperti mixer audio, penggabungan sinyal, dan konverter digital ke

analog (DAC). Secara sederhana, summing amplifier adalah alat yang sangat berguna dalam pengolahan sinyal elektronik untuk menggabungkan beberapa sinyal menjadi satu.



Gambar 2. 13 Rangkaian summing amplifier

Pada rangkaian penguat penjumlah sederhana ini, tegangan keluaran (V_{out}) sekarang menjadi proporsional terhadap jumlah tegangan masukan, V_1 , V_2 , V_3 , dst. Kemudian didapatkan persamaan penguat pembalik untuk memperhitungkan masukan sebagai berikut:

$$V_{out} = \left[\frac{R_F}{R_{in}} V_1 + \frac{R_F}{R_{in}} V_2 + \frac{R_F}{R_{in}} V_3 + \dots n \right] \quad (2.2)$$

Dimana, V_{out} adalah tegangan keluaran, R_F adalah Resistance Feadback, R_{in} adalah Resistance Input, V_1 adalah tegangan input pertama, V_2 adalah tegangan input kedua dan V_3 adalah tegangan input ketiga.

Penguat operasional penjumlahan pembalik konvensional memiliki perilaku sinyal besar yang buruk karena arus ekornya konstan, sehingga menghasilkan laju perubahan tegangan yang terbatas. Tahap input OpAmp adalah untuk memperkuat sinyal diferensial dan menolak tegangan rentang mode umum. OpAmp penjumlahan pembalik konvensional menggunakan berbagai jenis penguat operasional seperti TLC2272, OPA333, OPA735 dll menggunakan rel tegangan suplai berbeda yang tidak digunakan dalam aplikasi tegangan rendah dan daya rendah[19].

Keuntungan dari summing amplifier adalah desain rangkaian yang sederhana, mudah diatur untuk berbagai aplikasi dengan menyesuaikan resistor yang di

gunakan, sumber sinyal tidak terbebani karena input impedance Op-Amp yang tinggi tidak ada arus signifikan yang mengalir ke input. Sedangkan kerugian dari summing amplifier ini adalah output biasanya merupakan inversi dari input yang mungkin memerlukan tahap pembalikan fase tambahan pada beberapa aplikasi dan juga akurasi output sangat tergantung pada nilai resistor yang presisi.

2.2.9 XL 6009

Modul XL6009 adalah modul konverter BUCK-BOOST DC ke DC yang beroperasi pada frekuensi switching 400kHz. Pada frekuensi tinggi tersebut, modul ini menyediakan komponen filter berukuran lebih kecil dibandingkan dengan regulator switching frekuensi rendah. Modul ini merupakan versi terbaru dari modul berbasis LM2577.

Konverter penguat switching DC-DC ini mampu menggerakkan beban 4A dengan pengaturan beban dan saluran yang sangat baik. Komponen switching utama IC XL6009 tersedia dalam tegangan keluaran tetap 3,3 V, 5 V, 12 V, dan versi keluaran yang dapat disesuaikan. Ini adalah regulator switching yang efisien dan efisiensi keluarannya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan regulator penguat yang populer. Pada tegangan masukan yang lebih tinggi, regulator beroperasi pada frekuensi switching 400 kHz sehingga memungkinkan ukuran papan keseluruhan menjadi lebih kecil dan menghemat ruang. Spesifikasi dari xl 6009 ini adalah:

- a. Tegangan input: 5V-32V
- b. Tegangan output: 4V-38V
- c. Tipe modul: Non-isolated step-up (Boost)
- d. Frekuensi switching tinggi: 400KHz
- e. Arus output rated: 3.0A
- f. Arus output puncak: 4.0A
- g. Ukuran modul: 43mm x 21mm x 14mm (L x W x H)
- h. Efisiensi: Hingga 94%

Jenis Boost Converter bisa dilihat dari skema berikut. Arus dari Voltage input masuk ke Induktor atau Coil. keluar dari Induktor atau Coil atau Kumparan arus masuk ke pin 3 (SW) XL6009. kemudian didalam XL6009 arus ini di putus sambung (switch) dengan kecepatan tinggi. dari internal blok bisa dilihat kecepatan switchingnya sampai 400KHz (400000 putus sambung perdetik). sewaktu NDMOS

menyambung Induktor menjadi Magnet, saat NDMOS memutus arus akan terjadi pelepasan Energi yang tersimpan di Kumparan. terlepasnya energi ini mempunyai tegangan yang lebih besar. dan akan disearahkan oleh Diode IN5824. tegangan keluaran ini akan diumpambalikan melalui resistor pembagi tegangan R1 dan R2. kemudian masuk ke pin 5(FB). tegangan umpan balik ini akan masuk ke rangkaian Error Amplifier. setelah itu ke komparator dan masuk ke rangkaian RS Flip-Flop untuk mengendalikan Switching. Frekuensi tinggi yang masih ada dikeluarkan diode, meskipun sudah disearahkan tetap akan mengalami kebocoran. untuk itu di Filter menggunakan sebuah elco 100uF.

Dalam penelitian ini menggunakan pengatur tegangan DC yaitu XL6009 Compact Adjustable DC – DC Step Up Power Module. Pengatur tegangan ini berfungsi sebagai pengatur penaik tegangan DC. Apabila terdapat sumber tegangan DC yang memiliki tegangan rendah, dengan menggunakan alat ini tegangan yang rendah dapat dinaikkan dengan memutar potensio yang terdapat pada alat ini. Pada alat pengatur tegangan ini mempunyai tegangan input sebesar 3 V – 18V. Oleh karena itu, jika tegangan input dibawah dari 3 V maka alat ini tidak dapat bekerja sesuai fungsinya. Pada tegangan outputnya alat ini mampu mengatur tegangan sebesar 4.0V – 24V. Pada alat ini arus input yang mengalir sebesar 3A dan memiliki arus lanjutan sebesar 2A[20].



Gambar 2.10 Modul penaik tegangan DC to DC XL 6009.

2.2.10 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD atau Liquid Crystal Display adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk-produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya.

LCD (Liquid Crystal Display) atau dapat di bahasa Indonesia-kan sebagai “Tampilan Kristal Cair” adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih dibagian belakang susunan kristal cair. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring[21].



Gambar 2. 14 bentuk fisik LCD

LCD atau Liquid Crystal Display pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian Backlight (Lampu Latar Belakang) dan bagian Liquid Crystal (Kristal Cair). Seperti yang disebutkan sebelumnya, LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan Backlight atau Cahaya latar

belakang untuk sumber cahayanya. Cahaya Backlight tersebut pada umumnya adalah berwarna putih. Sedangkan Kristal Cair (Liquid Crystal) sendiri adalah cairan organik yang berada diantara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan yang konduktif. Bagian-bagian LCD atau Liquid Crystal Display diantaranya adalah:

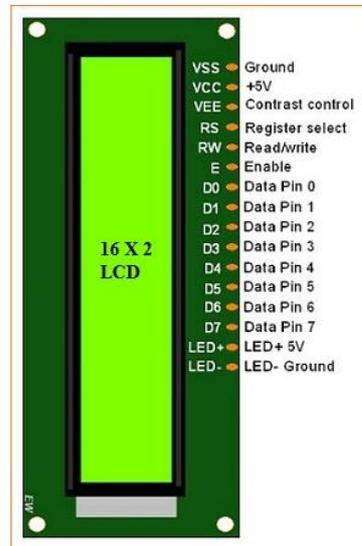
- a. Lapisan Terpolarisasi 1 (Polarizing Film 1)
- b. Elektroda Positif (Positive Electrode)
- c. Lapisan Kristal Cair (Liquid Cristal Layer)
- d. Elektroda Negatif (Negative Electrode)
- e. Lapisan Terpolarisasi 2 (Polarizing film 2)
- f. Backlight atau Cermin (Backlight or Mirror)

Pinout dari LCD dengan ukuran 16 x2 ditunjukkan dibawah ini :

- a. Pin1 (Ground / Source Pin): Ini adalah pin tampilan GND, digunakan untuk menghubungkan terminal GND unit mikrokontroler atau sumber daya.
- b. Pin2 (VCC / Source Pin): Ini adalah pin catu tegangan pada layar, digunakan untuk menghubungkan pin catu daya dari sumber listrik.
- c. Pin3 (V0 / VEE / Control Pin): Pin ini mengatur perbedaan tampilan, yang digunakan untuk menghubungkan POT yang dapat diubah yang dapat memasok 0 hingga 5V.
- d. Pin4 (Register Select / Control Pin): Pin ini berganti-ganti antara perintah atau data register, digunakan untuk menghubungkan pin unit mikrokontroler dan mendapatkan 0 atau 1 (0 = mode data, dan 1 = mode perintah).
- e. Pin5 (Pin Baca / Tulis / Kontrol): Pin ini mengaktifkan tampilan di antara operasi baca atau tulis, dan terhubung ke pin unit mikrokontroler untuk mendapatkan 0 atau 1 (0 = Operasi Tulis, dan 1 = Operasi Baca).
- f. Pin 6 (Mengaktifkan / Mengontrol Pin): Pin ini harus dipegang tinggi untuk menjalankan proses Baca / Tulis, dan terhubung ke unit mikrokontroler & terus-menerus dipegang tinggi.
- g. Pin 7-14 (Pin Data): Pin ini digunakan untuk mengirim data ke layar. Pin ini terhubung dalam mode dua-kawat seperti mode 4-kawat dan mode 8-kawat. Dalam mode 4-kawat, hanya empat pin yang terhubung ke unit

mikrokontroler seperti 0 hingga 3, sedangkan dalam mode 8-kawat, 8-pin terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 7.

- h. Pin15 (+ve pin LED): Pin ini terhubung ke +5V
- i. Pin 16 (-ve pin LED): Pin ini terhubung ke GND.

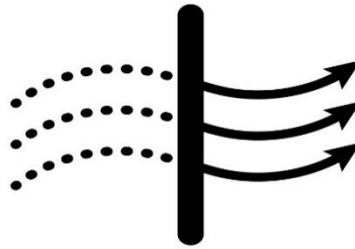


Gambar 2. 15 Pinout LCD 16x2

2.2.11 Filter

Filter adalah sebuah rangkaian yang dirancang agar mengalirkan suatu pita frekuensi tertentu dan menghilangkan frekuensi yang berbeda dengan pita ini. Istilah lain dari filter adalah rangkaian yang dapat memilih frekuensi agar dapat mengalirkan frekuensi yang diinginkan dan menahan, atau membuang frekuensi yang lain.

Hasil keluaran sinyal dari sensor umumnya masih tercampur dengan *noise* atau sinyal-sinyal lain yang bukan berasal dari objek yang diukur (*parasitic signal*). Jika dibiarkan hal ini akan menimbulkan penyimpangan terhadap *output* data yang dihasilkan sehingga diperlukan sebuah filter yang mampu menghilangkan sinyal-sinyal “parasit” tersebut agar tidak tercampur dengan sinyal data yang diamati. Masalah yang terjadi pada pemrosesan sampling file audio adalah *noise*, semakin banyak *noise* yang ada maka akan merubah kualitas file audio. Proses tersebut membutuhkan suatu pemfilteran pada sampel [22].



Gambar 2. 16 Skema kerja filter

Jaringan filter bisa bersifat aktif maupun pasif. Perbedaan dari komponen aktif dan komponen pasif yaitu :

a. Filter Aktif

Filter aktif adalah rangkaian filter yang menggunakan komponen elektronik aktif (*Op-Amp*) transistor, dan komponen lainnya. Kelebihan dari rangkaian filter aktif ini adalah ukurannya lebih kecil, ringan, lebih murah dan lebih fleksibel dalam perancangannya. Sedangkan kerugiannya adalah pada rangkaian komponen akan dihasilkan panas yang berlebih (*noise thermal*), dan terdapatnya pembatasan frekuensi dari komponen yang digunakan sehingga pengaplikasian untuk frekuensi tinggi sangat terbatas.

b. Filter Pasif

Filter Pasif adalah rangkaian filter yang menggunakan komponen-komponen elektronik pasif saja. Komponen pasif diantaranya adalah induktor, kapasitor, dan resistor. Untuk membuat filter seringkali dihindari penggunaan induktor, terutama karena ukurannya yang besar. Sehingga umumnya filter pasif hanya memanfaatkan komponen resistor dan kapasitor saja. Kelebihan dari rangkaian filter pasif ini adalah tidak begitu banyak *noise* (sinyal gangguan yang tidak diinginkan) yang didapat karena tidak ada penguatan, dan digunakan untuk frekuensi tinggi. Sedangkan kerugiannya adalah tidak dapat menguatkan sinyal dan sulit untuk merancang filter yang kualitasnya/responnya baik.

2.2.12 Baterai

Baterai adalah komponen yang digunakan untuk menyediakan tenaga listrik secara terbatas ke perangkat elektronik, alat-alat bergerak, atau perangkat lunak. Baterai terdiri dari elemen-elemen kemudian, seperti baterai alkali, baterai lithium-

ion, dan baterai nikel-kadmium. Baterai dapat berbeda dalam tipe, kapasitas, dan kekuatan, dan memiliki peran penting dalam berbagai macam aplikasi, mulai dari perangkat pribadi hingga perangkat elektronik industri.

Salah satu jenis baterai yang banyak dipakai saat ini adalah baterai lithium 18650. Ini adalah jenis baterai yang dapat di cas ulang (*rechargeable*). Kebanyakan perangkat elektronik portable yang membutuhkan tenaga besar dan tahan lama dipastikan menggunakan baterai 18650. Sebut saja misalnya laptop, *power bank*, *wireless bluetooth speaker*, perangkat *remote control*, mobil, helikopter. Alat pertukangan bor atau obeng *wireless*, lampu senter LED, rokok elektronik dan sebagainya. Baterai lithium-ion 18650 digunakan untuk berbagai perangkat, di antaranya:

- a. Laptop
- b. Perkakas listrik tanpa kabel
- c. Mobil listrik
- d. Skuter listrik
- e. Sepeda listrik
- f. Powerbank portabel
- g. Rokok elektronik
- h. Kipas angin portabel
- i. Senter LED



Gambar 2. 17 Baterai LI Ion 18650

Nama baterai 18650, merujuk pada ukuran fisiknya yang berbentuk silinder. Angka 18 untuk diameter baterai 18 mm dan angka 650 untuk ukuran tinggi baterai, 65,0 mm. Angka “0” dibelakang koma merujuk pada toleransi tinggi total baterai berdasarkan jenis produk baterai 18650 tersebut. seperti terdapat rangkaian proteksi atau tidak (*protected* atau *unprotected*), apabila terdapat rangkaian proteksi, baterai sedikit akan lebih panjang kutub positif baterai dari jenis *flat top* di mana kutub positif baterai datar hampir rata dengan bodinya atau kutub positif yang terdapat tonjolan kecil (*button top*) seperti yang terdapat pada kutub positif baterai ukuran AA atau AAA.

Baterai ion lithium merupakan salah satu teknologi yang sering diaplikasikan karena kelebihanannya yang bisa diisi ulang. Namun dengan kelebihanannya yang dapat diisi ulang, baterai ion lithium mempunyai kelemahan pada pengaturan temperaturnya, di mana sering terjadi overheating. Pada penelitian ini, penulis melakukan analisis laju perpindahan panas pada baterai ion lithium terhadap beban keluarannya dengan tujuan untuk menemukan profil temperatur baterai ketika beroperasi. Dengan simulasi numerik, penelitian ini juga bertujuan mendapatkan metode simulasi numerik yang tepat terhadap panas di baterai ion lithium. Penulis melakukan penelitian ini dengan melakukan eksperimen terhadap 1 sel baterai 18650 yang divariasikan outputnya, dilanjutkan dengan melakukan simulasi numerik dengan software ANSYS Fluent. Dari data eksperimen, didapatkan kenaikan suhu maksimum terjadi pada beban keluaran 0.4 ohm, dengan suhu maksimal 325.8 K[23].

2.2.13 Arduino IDE (Integrated Development Environment)

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan software yang khusus digunakan untuk merancang program melalui Arduino, dengan bahasa lain Arduino IDE menjadi sebuah media untuk melakukan program board Arduino. Arduino IDE berfungsi untuk editor text guna mengedit, membuat, dan memvalidasi sebuah kode program. Arduino IDE juga dapat melakukan sebuah aksi upload ke board Arduino. Kode program yang digunakan dalam proses pemrograman Arduino dapat disebut sebagai Arduino “Sketch” atau juga dapat dikatakan sebagai source code Arduino. Ekstensi yang digunakan sebagai file

source code yaitu .ino. Arduino IDE dibuat menggunakan bahasa pemrograman Jawa. Software ini juga sudah support dengan library C/C++ yang biasanya disebut dengan istilah Writing sebagai proses operasional input dan output agar lebih sederhana.

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah. Software Arduino Ide ini, kita dapat memodelkan sifat dari parameter rangkaian analog dan digital. Kemampuan yang disediakan Arduino Ide adalah dapat memodelkan berbagai rancangan rangkaian, menguji suatu rangkaian dengan berbagai kemungkinan komponen, memeriksa sifat dari keseluruhan rangkaian dengan melakukan analisis AC / DC atau transient[24].

Fungsi Arduino IDE (Integrated Development Environment) dapat menulis sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor sebuah teks dan disimpan dengan ekstensi .ino. Teks editor yang ada pada Arduino IDE yang memiliki fitur untuk cut and paste dan search and replace sehingga programmer dapat lebih mudah dalam melakukan penulisan kode program. Tidak hanya itu saja software Arduino IDE juga mempunyai fitur message box, yang mempunyai warna hitam guna menampilkan sebuah status seperti pesan error, compile, dan melakukan program. Di bagian paling kanan dari software ini juga menunjukkan sebuah board yang terkonfigurasi sekaligus COM Ports yang mau digunakan.

```

File Edit Sketch Tools Help
Arduino IDE
34
35 unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
36 const char * myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;
37
38 #include <ESP8266WiFi.h>
39
40 char ssid[] = SECRET_SSID; // your network SSID (name)
41 char pass[] = SECRET_PASS; // your network password
42 int keyIndex = 0; // your network key index number (needed only for WEP)
43 WiFiClient client;
44
45 void setup() {
46   Serial.begin(115200);
47   delay(100);
48
49   WiFi.mode(WIFI_STA);
50   ThingSpeak.begin(client);
51 }
52
53
54 void loop() {
55
56 // Connect or reconnect to WiFi
57 if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
58   Serial.print("Attempting to connect to SSID: ");
59   Serial.println(SECRET_SSID);
60   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
61     WiFi.begin(ssid, pass); // Connect to WPA/WPA2 network. Change this line if using open or WEP network
62     Serial.print(".");
63     delay(1000);
64   }
65 }
66 }

```

Gambar 2. 18 Pemrograman dasar Arduino IDE

2.2.14 Multimeter

Salah satu alat ukur yang sering digunakan dalam bidang elektronika adalah multimeter atau kadang disebut juga multitester. Alat yang sangat populer dikalangan elektronika ini ternyata didukung dengan akurasi daya yang tinggi. Multimeter merupakan sebuah alat pengukur yang digunakan untuok mengetahui ukuran tegangan listrik, resistansi, dan arus listrik.



Gambar 2. 19 Multimeter digital

Multimeter merupakan alat ukur listrik yang banyak digunakan oleh teknisi di laboratorium dan bengkel lektronika. Fungsi utama dari multimeter ini ialah mengukur resistansi, kapasitansi, arus listrik, tegangan AC maupun DC, menguji baik atau tidaknya suatu komponen, mengetahui sambungan rangkaian, dan sebagainya.[25].

Dalam perkembangannya, dapat digunakan untuk mengukur temperatur, frekuensi, dan lainnya. Alat ini juga memiliki nama lain diantaranya AVO meter (Ampere, Volt, dan Ohm). Ternyata alat pengukur daya tersebut memiliki banyak fungsi, antara lain :

a. Mengukur Arus Listrik

Dinilai sebagai fungsi utama dalam mengukur arus listrik (ampere). Alat ukur ini memiliki dua jenis ampere yakni arus DC (Direct Current) dan arus AC (Alternating Current). Tujuannya agar memperkecil serta menghindari kerusakan yang mungkin terjadi. Oleh sebab itu, pengguna sebaiknya memperhatikan arus listrik terukur. Jangan mengukur melebihi batas maksimum.

b. Mengukur Tegangan Listrik

Fungsi kedua yakni sebagai alat ukur tingkat voltase atau tegangan yang diciptakan dari komponen listrik. Umumnya, setiap multimeter memiliki saklar selector berfungsi sebagai penentu batas maksimum pengukuran. Sehingga, dapat diperkirakan dahulu tinggi tegangan dari suatu rangkaian listrik.

c. Mengukur Hambatan Listrik

Alat ini juga mampu mengukur tingkat resistensi atau hambatan dari sebuah komponen listrik (resistor). Dimana resistor terukur harus terdapat unsur resistansi. Selain itu, ada juga batas ukur resistensi ketika digunakan.

d. Fungsi Hfe

Rupanya tidak semua multimeter alat pengukur dibekali fungsi Hfe. Adapun kegunaannya agar tahu nilai atas faktor penguat dari transistor. Fungsi tersebut sering digunakan sebagai pengukur terhadap penguatan transistor pada tipe PNP dan NPN.

e. Mengukur Nilai Kapasitansi

Multimeter mampu mengukur nilai kapasitansi pada kapasitor. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan tipe digital maupun analog. Kedua tipe tersebut juga memiliki batas maksimal atas pengukuran tingkat resistansi. Jadi, jangan sampai melewati batas tersebut.

f. Mengukur Frekuensi Sinyal

Terakhir, berfungsi sebagai pengukuran frekuensi sinyal. Supaya mendapatkan nilai frekuensi yang tepat dari sinyal yang dikirimkan oleh suatu komponen elektronik.

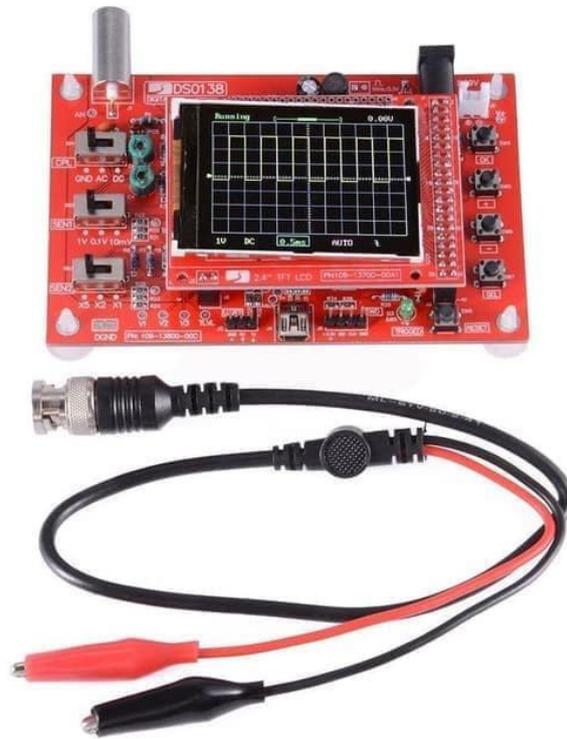
2.2.15 Osiloskop

Osiloskop adalah alat ukur elektronik yang digunakan untuk menampilkan sinyal listrik dalam bentuk grafik. Osiloskop dapat digunakan untuk mengukur, menghitung, dan menganalisis sinyal listrik, baik analog maupun digital. Osiloskop, yang sebelumnya dikenal sebagai osilograf (secara informal disebut scope, oscscope, atau o-scope), adalah instrumen yang menampilkan sinyal listrik secara grafis dan menunjukkan bagaimana sinyal tersebut berubah seiring waktu. Alat ini mengukur sinyal-sinyal ini dengan menghubungkannya dengan sensor, yang merupakan perangkat yang menciptakan sinyal listrik sebagai respons terhadap rangsangan fisik seperti suara, cahaya, dan panas. Misalnya, mikrofon adalah sensor yang mengubah suara menjadi sinyal listrik.

Osiloskop sering digunakan saat merancang, membuat, atau memperbaiki peralatan elektronik. Insinyur menggunakan osiloskop untuk mengukur fenomena listrik dan memecahkan tantangan pengukuran dengan cepat dan akurat untuk memverifikasi desain mereka atau memastikan bahwa sensor berfungsi dengan baik. Sederhananya, osiloskop mengukur gelombang tegangan. Pada layar osiloskop, tegangan ditampilkan secara vertikal pada sumbu Y dan waktu ditampilkan secara horizontal pada sumbu X. Intensitas atau kecerahan tampilan terkadang disebut sumbu Z. Grafik yang dihasilkan dapat memberi tahu Anda banyak hal tentang sinyal, termasuk:

- a. Nilai waktu dan tegangan sinyal
- b. Frekuensi sinyal berosilasi
- c. “Bagian yang bergerak” dari suatu rangkaian yang direpresentasikan oleh sinyal
- d. Frekuensi terjadinya bagian tertentu dari sinyal relatif terhadap bagian lainnya
- e. Apakah komponen yang tidak berfungsi dengan baik mendistorsi sinyal atau tidak
- f. Berapa banyak sinyal yang merupakan arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC)
- g. Bagian sinyal yang berupa noise

Ada dua jenis osiloskop: analog dan digital. Osiloskop analog menangkap dan menampilkan bentuk gelombang tegangan dalam bentuk aslinya, sedangkan osiloskop digital menggunakan konverter analog-ke-digital untuk menangkap dan menyimpan informasi secara digital. Dalam hal debugging dan desain, sebagian besar teknisi saat ini menggunakan osiloskop digital. Osiloskop digital umumnya terbagi dalam lima kategori, mulai dari osiloskop serbaguna yang lebih murah hingga osiloskop yang lebih kompleks yang, meskipun lebih mahal, menawarkan fungsionalitas tingkat lanjut dan akurasi yang lebih tinggi daripada model yang lebih mendasar.



Gambar 2. 20 Osiloskop digital DSO 138

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 6 bulan terhitung dari tanggal 27 Maret 2024 sampai selesai. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), Perancangan alat, pembuatan alat lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran.

Tabel 3. 1 Jadwal penelitian

NO	Uraian	Bulan Ke								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kajian Literatur									
2	Penyusunan Proposal Penelitian									
3	Penulisan Bab 1 Sampai Bab 3									
4	Seminar proposal penelitian									
5	Perancangan alat dan pembuatan alat									
6	Analisa Data									
7	Seminar hasil penelitian									
8	Sidang Akhir									

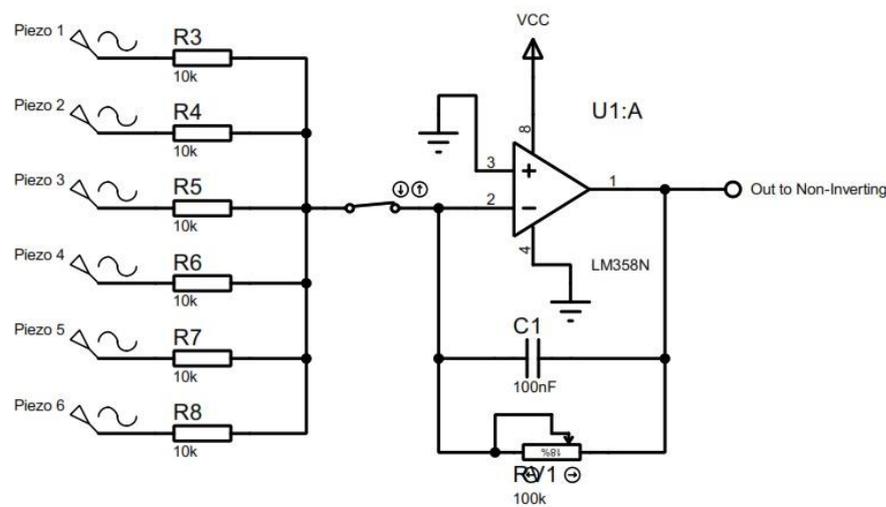
Penelitian dilaksanakan pada Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun bahan yang di gunakan dalam perancangan sinyal conditioning untuk sensor piezoelektrik dengan kontruksi 3 array adalah sebagai berikut : 6 buah sensor piezoelektrik 35 mm, 2 buah baterai Li-Ion 18650, 1 buah kapasitor 2200 uF, 1 buah kapasitor 470 nF, 3 buah resistor variable 100 k, 2 buah resistor 100 k, 7 buah resistor 10 k, 2 buah Op-Amp LM 358, 4 buah dioda 1N5119, kabel jumper dan lem bakar. Setelah komponen bahan ditentukan, selanjutnya dilanjutkan dengan penentuan alat, alat yang digunakan antara lain : tang potong, obeng, timah solder, kawat timah, pisau cutter, penggaris, laptop, osiloskop DSO 138, gan glue dan sebuah kotak box plastik berukuran panjang 18 cm, lebar 11 cm, tinggi 6 cm sebagai wadah untuk meletakkan dan menyusun bahan-bahan yang akan digunakan.

3.3 Rangkaian Array Sensor Dan Sinyal Conditioning

3.3.1 Rangkaian Array Sensor Piezoelektrik Stage Pertama



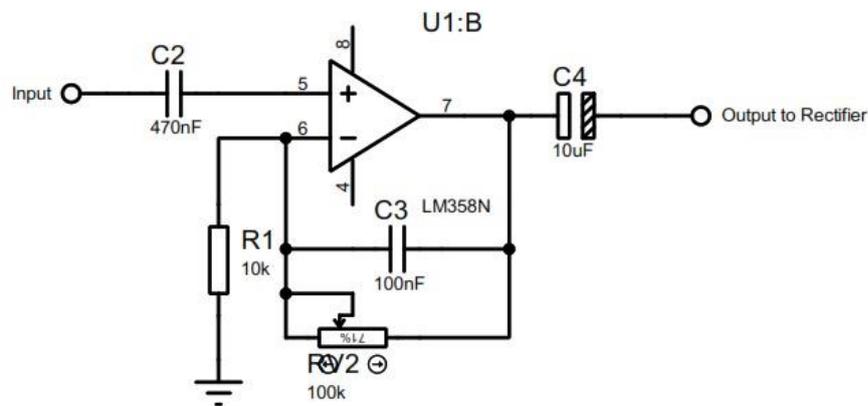
Gambar 3. 1 Rangkaian array sensor piezoelektrik stage pertama

Pada tahap ini, sensor piezoelektrik disusun secara parallel. Pada tiap sensor piezoelektrik dihubungkan secara seri dengan resistor yang bernilai 10 Kohm. Pada stage pertama ini, tegangan yang dihasilkan oleh tiap sensor piezoelektrik diproses dengan rangkain summing amplifier. Rangkaian summing amplifier ini bertujuan untuk menjumlahkan seluruh input tegangan yang berasal dari tiap sensor piezoelektrik dan menguatkan tegangan tersebut menggunakan IC LM358.

Tegangan yang berasal dari tiap sensor piezoelektrik dihubungkan menjadi satu jalur kemudian masuk ke input Non-Inverting pada IC LM358. Setelah tegangan dari tiap sensor piezoelektrik dijumlahkan kemudian dikuatkan, dengan Resistansi Feedback (RF) sebesar 100 Kohm. Selama terjadi penguatan pada tegangan dilakukan filtering dengan memanfaatkan Kapasitor Feedback (CF) bernilai 100 nF yang disusun secara parallel dengan Resistance Feedback. Tujuan dari Filtering ini untuk mengurangi noise pada saat terjadi penguatan.

3.3.2 Rangkaian Array Sensor Piezoelektrik Stage Kedua

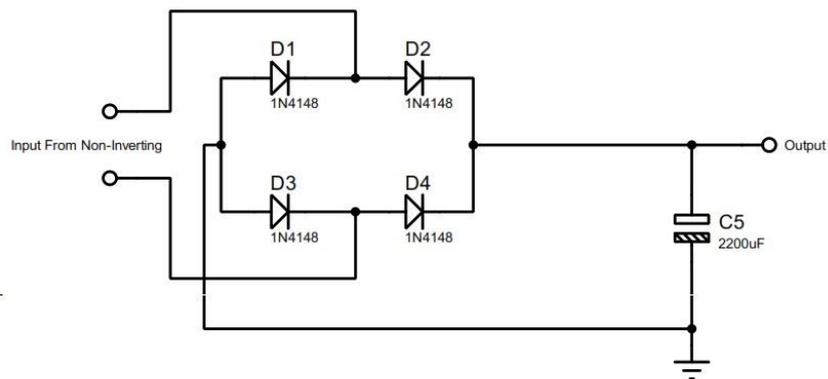
Pada stage kedua, tegangan hasil dari stage pertama yang telah diproses rangkaian summing amplifier dikuatkan kembali menggunakan rangkaian non inverting LM 358. Setelah dikuatkan dengan Resistance Feedback (RF) sebesar 100 Kohm, tegangan kembali difiltering dengan menggunakan Capacitor Feedback (CF) bernilai 100 nF yang juga disusun parallel dengan Resistance Feedback (RF) sama seperti stage pertama, agar noise pada saat terjadi penguatan di stage kedua ini terfilter dan berkurang.



Gambar 3. 2 Rangkaian array sensor piezoelektrik stage kedua

3.3.3 Rangkaian Rectifier

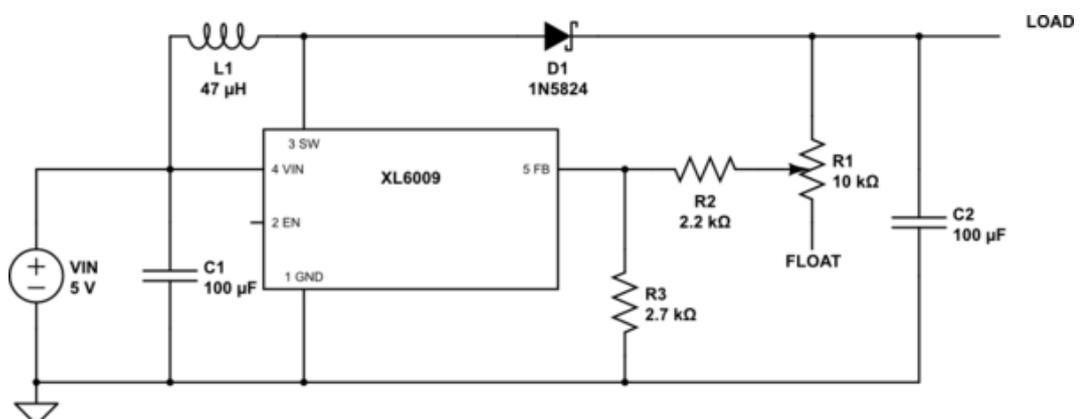
Pada rangkaian ini, tegangan yang berasal dari rangkaian array sensor piezoelektrik stage kedua masuk ke input rangkaian recliifier, tegangan yang masuk akan disearahkan menggunakan diode 1N5119 sebanyak 4 buah.. Dioda 1N4148 ini berfungsi sebagai pengubah atau pun mengonversi tegangan (AC) ataupun arus bolak balik menjadi (DC). Setelah arus disearahkan kemudian difilter menggunakan kapasitor bernilai 2200 uF untuk mengurangi ripple atau noise pada arus yang sudah disearahkan.



Gambar 3. 3 Rangkaian recliifier

3.3.4 Rangkaian DC to DC Step-Up

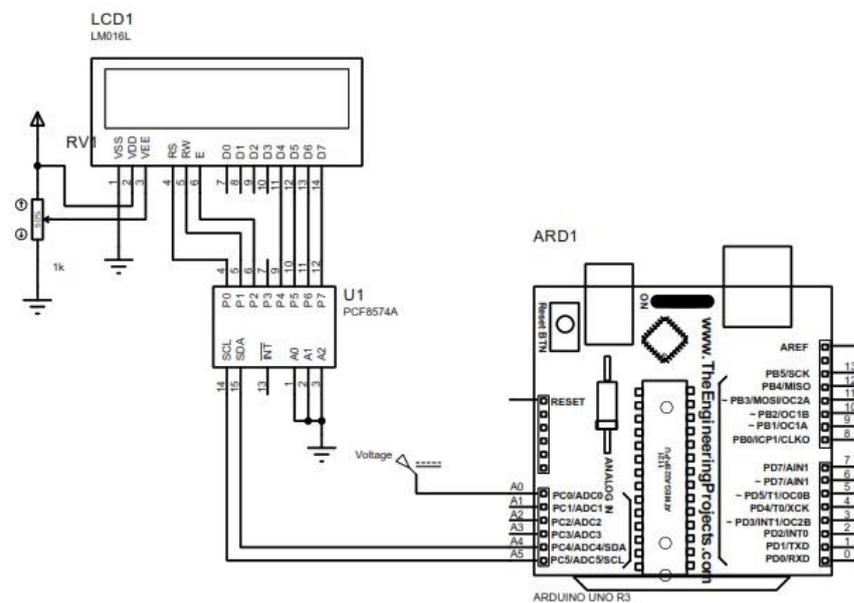
Pada tahap ini, tegangan yang sudah disearahkan dikuatkan menggunakan IC XL 6009. Tujuan dari tegangan ini dikuatkan agar dapat mensuplai beban pada tegangan tertentu. Gambar 3.5 menunjukkan rangkaian DC to DC Step Up To Converter.



Gambar 3. 4 Rangkaian DC To DC Step Up.

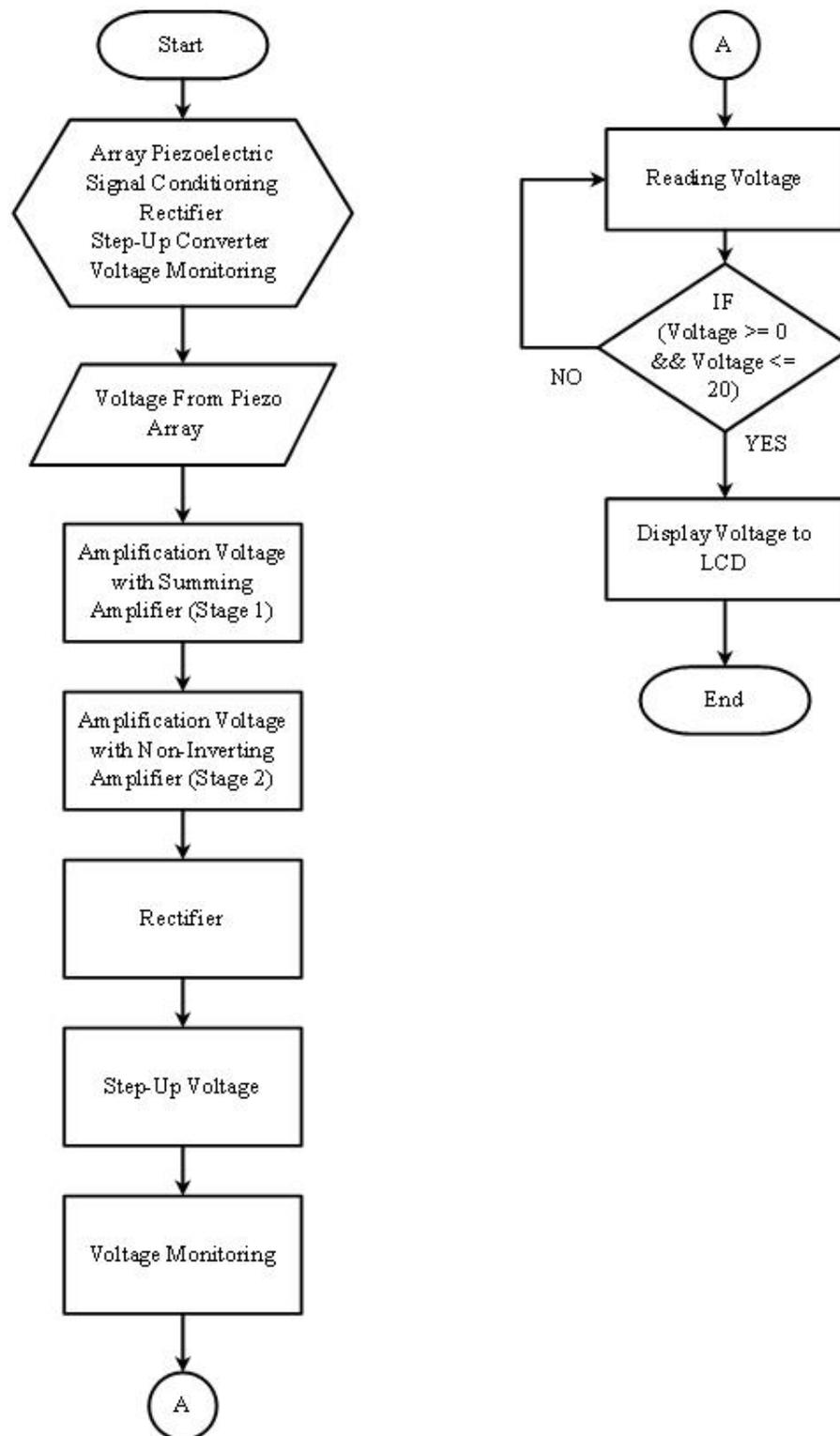
3.3.5 Rangkaian Pemonitoring Tegangan

Rangkaian pemantauan tegangan ini diotaki oleh mikrokontroler Arduino UNO. Tegangan yang dihasilkan oleh array sensor piezoelektrik yang sudah diproses oleh signal conditioning dipantau ataupun dimonitoring melalui tampilan visual menggunakan LCD 16 x 2. Tujuan dari monitoring ini untuk memastikan bahwa output dari tegangan yang dihasilkan oleh array sensor piezoelektrik terlihat dengan jelas. Proses monitoring dilakukan dengan cara membaca nilai analog ataupun tegangan yang dihasilkan oleh array sensor piezoelektrik yang sudah melalui signal conditioning.



Gambar 3. 5 Rangkaian pemonitoring tegangan.

3.4 Flowchart Cara Kerja Alat



Gambar 3. 6 Flowchart Cara Kerja Alat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat

Setelah semua komponen dan bahan telah disiapkan, maka selanjutnya adalah merancang sinyal conditioning untuk sensor piezoelektrik dengan konstruksi 3 array. Adapun tahapan – tahapan perancangan adalah membuat rangkaian sinyal conditioning dan rangkaian inverter terlebih dahulu kemudian masuk ketahapan pembuatan alat.

Pertama – tama yang harus dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk merancang sinyal conditioning untuk sensor piezoelektrik dengan konstruksi 3 array ini. Adapun bahan yang digunakan : sensor piezoelektrik 35 mm, baterai Li-Ion 18650, kapasitor 2200 uF, kapasitor 470 nF, kapasitor 330 nF, resistor variable 100 k, resistor 100 k, resistor 10 k, resistor 1 k, Op-Amp LM 358, mosfet IRF 450, lampu indicator, trafo 2 ampere, dioda 1N4007, dioda 1N4148, kabel jumper dan lem bakar. Setelah komponen bahan ditentukan, selanjutnya dilanjutkan dengan penentuan alat, alat yang digunakan antara lain : tang potong, obeng, timah solder, kawat timah, pisau cutter, penggaris, laptop, osiloskop DSO 138, ganglue dan sebuah kotak box plastik sebagai wadah untuk meletakkan dan menyusun bahan-bahan yang akan digunakan.

Setelah semua alat dan bahan yang diperlukan sudah disiapkan, maka langkah selanjutnya adalah merangkai rangkaian sinyal conditioning stage pertama dan stage kedua.

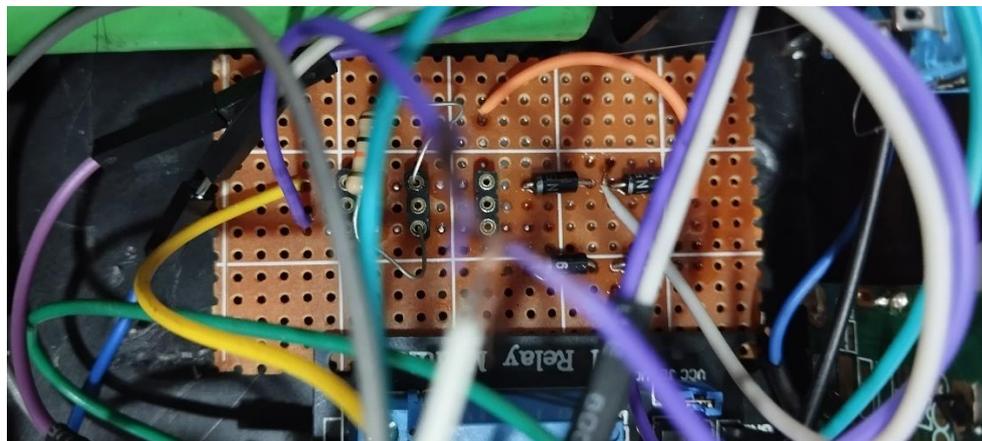


Gambar 4. 1 Hasil pembuatan sinyal conditioning stage pertama



Gambar 4. 2 Hasil pembuatan sinyal conditioning stage kedua.

Setelah selesai membuat sinyal conditioning stage pertama dan kedua, lalu dilanjutkan dengan membuat rangkaian rectifier.



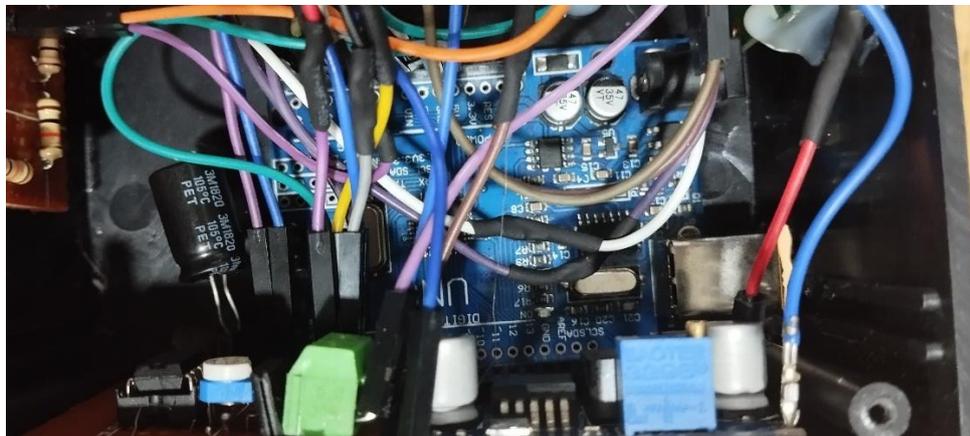
Gambar 4. 3 Hasil pembuatan rangkaian rectifier.

Proses selanjutnya setelah pembuatan rangkaian rectifier maka dilanjutkan dengan penempatan modul step up pada box project.



Gambar 4. 4 Penempatan modul step up pada box project.

Kemudian setelah semuanya telah terangkai, selanjutnya adalah membuat program dan menginput data program kedalam kontroler yang telah dihubungkan dengan komponen – komponen lainnya. Setelah program dipnut kedalam kontroler lalu dihubungkan pada LCD, lalu langkah selanjutnya adalah menempatkan kontroler dan LCD pada box project.



Gambar 4. 5 Penempatan kontroler pada box project

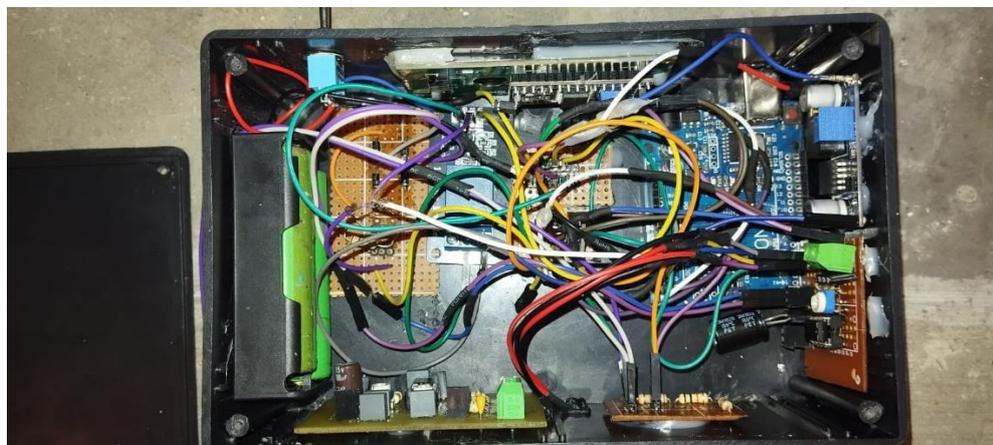


Gambar 4. 6 Tampak dalam pemasangan LCD pada box project.



Gambar 4. 7 Tampak luar pemasangan LCD pada box project.

Setelah semuanya sudah sesuai dengan rancangan, maka komponen – komponen dari sinyal conditioning untuk sensor piezoelektrik dengan konstruksi 3 array dimasukkan kedalam *box plastic* yang telah disiapkan dan disusun penempatannya.



Gambar 4. 8 Tampak seluruh komponen setelah ditempatkan kedalam box project.

Setelah semuanya sudah pada tempatnya, maka alat sinyal conditioning untuk sensor piezoelektrik dengan kontruksi 3 array telah selesai dibuat dan kemudian masuk ke tahap uji coba dan pengujian alat.

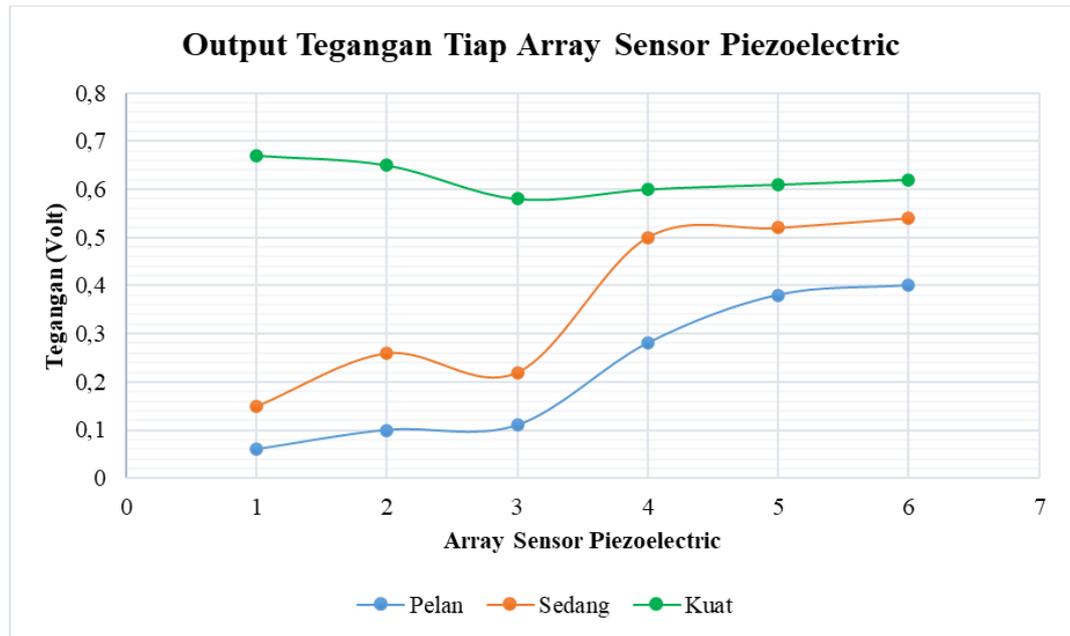
4.2 Pengujian Sensor Array Sebelum Menggunakan Sinyal Conditioning

Rangkaian array sensor yang dibuat dengan menggunakan 6 buah sensor piezoelektrik yang dirangkai secara seri dan parallel. Pengujian dilakukan dengan mengetuk-ngetuk kepingan keramik dari sensor piezoelektrik mulai dari 1 sampai 6 sensor piezoelektrik dengan urutan tekanan pelan, sedang sampai kuat. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur multimeter. Hasil dari pengujian ini dapat di lihat pada table dan grafik di bawah.

Tabel 4. 1 Output tegangan tiap array sensor piezoelektrik

Jumlah Sensor	Kekuatan	Output
1	Pelan	0,06
	Sedang	0,15
	Kuat	0,67
2	Pelan	0,1
	Sedang	0,26
	Kuat	0,65
3	Pelan	0,11
	Sedang	0,22
	Kuat	0,58
4	Pelan	0,28
	Sedang	0,5
	Kuat	0,6
5	Pelan	0,38
	Sedang	0,52
	Kuat	0,61
6	Pelan	0,4
	Sedang	0,54
	Kuat	0,62

Data yang didapat pada pengujian sensor array piezoelektrik sebelum menggunakan sinyal conditioning dapat dilihat pada table 4.1 diatas dan juga ditunjukkan oleh gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4. 9 Grafik output tegangan tiap array sensor piezoelektrik



Gambar 4. 10 Output sensor piezoelektrik pada osiloskop.

Dari data pengujian output sensor piezoelektrik sebelum menggunakan sinyal conditioning, bentuk gelombang dan juga nilai output dari sensor piezoelektrik dapat dilihat pada gambar 4. 10. Berdasarkan pengujian sensor piezoelektrik sebelum menggunakan sinyal conditioning pada osiloskop yang ditunjukkan pada gambar 4. 10, dapat dilihat bentuk gelombang yang dihasilkan sensor piezoelektrik dan juga nilai dari output sensor piezoelektrik pada osiloskop sebesar 0,44 volt.

4.3 Pengujian Sensor Array Setelah Menggunakan Sinyal Conditioning

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian sebelumnya, yaitu dengan cara mengetuk-ngetuk kepingan keramik sensor piezoelektrik mulai dari 1 buah sensor piezoelektrik sampai 6 buah sensor piezoelektrik. Akan tetapi, pada pengujian ini pengetukan terhadap kepingan keramik sensor piezoelektrik tidak lagi pelan, sedang dan kuat, melainkan hanya dengan sekali ketukan kuat saja. Pengujian ini masih menggunakan alat ukur multimeter untuk melihat output tegangan dari pengujian ini. Hasil output dari pengujian ini dapat dilihat pada table output dibawah ini.

Tabel 4. 2 Output tegangan tiap array sensor piezoelektrik menggunakan sinyal conditioning.

Jumlah Sensor	Tegangan	
	Sebelum di Filter	Sesudah di Filter
1	0,26	0,29
2	0,24	0,76
3	1,75	1,8
4	2,23	2,25
5	3,46	3,52
6	4,28	4,31

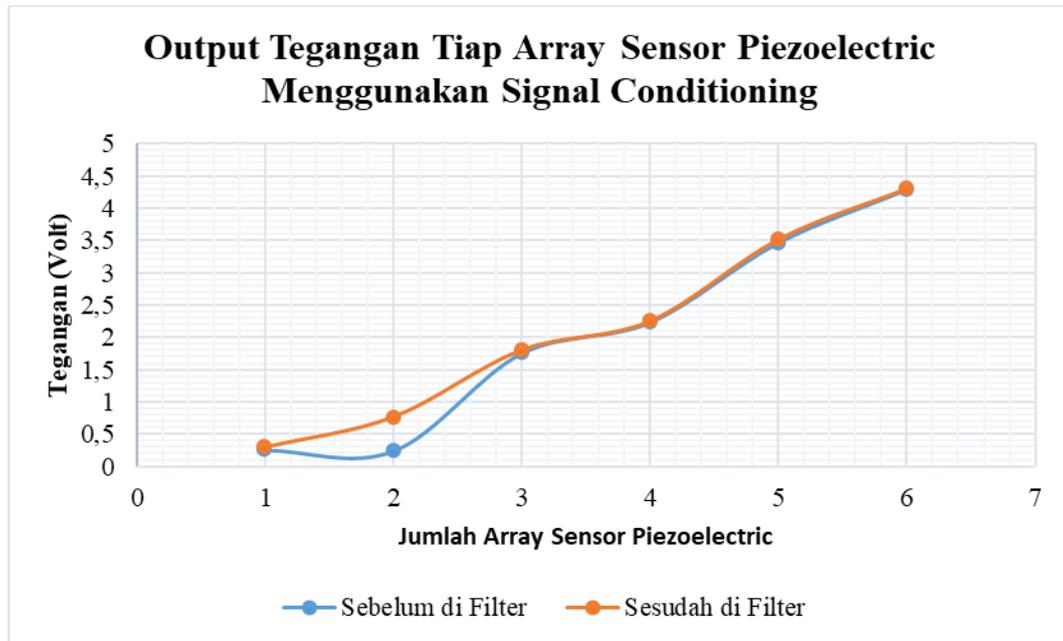
Dari data tabel diatas, maka tegangan output dapat dituliskan secara matematis menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$V_{out} = \left[\frac{100 k}{10 k} 0,06 + \frac{100 k}{10 k} 0,10 + \frac{100 k}{10 k} 0,11 + \frac{100 k}{10 k} 0,28 + \frac{100 k}{10 k} 0,38 + \frac{100 k}{10 k} 0,40 \right]$$

$$V_{out} = [0,6 + 1 + 1,1 + 2,8 + 3,8 + 4]$$

$$V_{out} = 13,3 \text{ volt}$$

Setelah semua data didapatkan dan dihitung secara matematis maka data output dari tegangan seluruh sensor piezoelektrik bisa dilihat pada grafik dibawah ini :



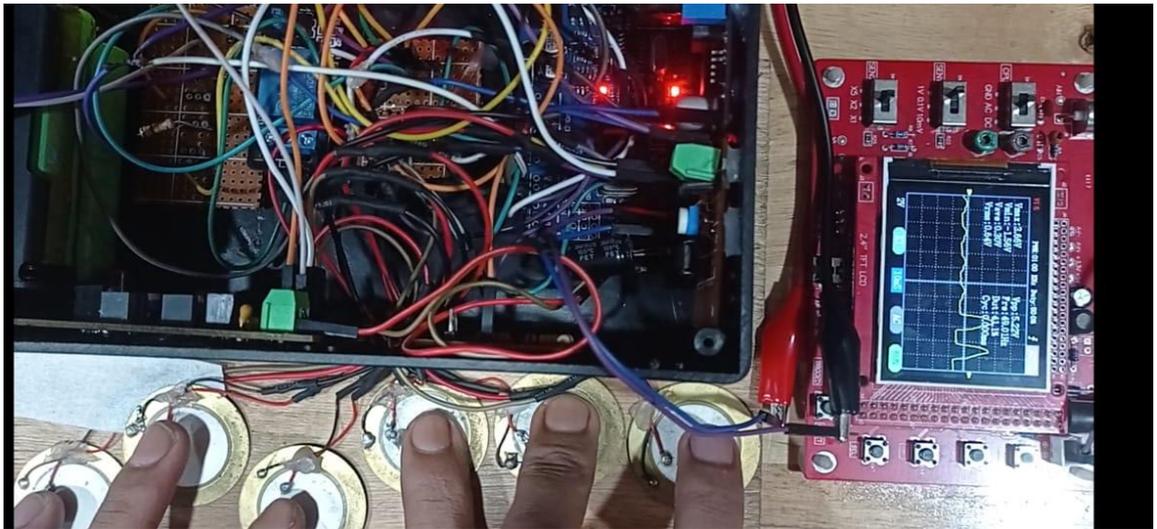
Gambar 4. 11 Grafik output tegangan tiap sensor piezoelektrik setelah menggunakan signal conditioning.



Gambar 4. 12 Output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning stage pertama pada osiloskop.

Dari data pengujian output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning, bentuk gelombang dan juga nilai output dari sensor piezoelektrik untuk stage pertama dapat dilihat pada gambar 4. 12. Berdasarkan pengujian sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning pada osiloskop untuk stage

pertama yang ditunjukkan pada gambar 4. 12, dapat dilihat bentuk gelombang yang dihasilkan sensor piezoelektrik dan juga nilai dari output sensor piezoelektrik pada osiloskop untuk stage pertama sebesar 1.10 volt. Sedangkan output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning untuk stage kedua ditunjukkan pada gambar 4. 13 dibawah.



Gambar 4. 13 Output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning stage kedua pada osiloskop.

Berdasarkan pengujian output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning untuk stage kedua. Maka, didapatkan bentuk gelombang dan nilai output dari sensor piezoelektrik pada osiloskop yang ditunjukkan pada gambar 4.13 diatas. Dari gambar pengujian output sensor piezoelektrik setelah menggunakan sinyal conditioning untuk stage kedua pada osiloskop didapatkan nilai output sebesar 3,66 volt.

4.4 Pengujian Rangkaian Rectifier Untuk Sensor Piezoelektrik

Pada tahap ini, rangkaian rectifier yang digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC diuji menggunakan osiloskop untuk mendapatkan hasil yang lebih presisi. Pengujian rangkaian rectifier dengan osiloskop ini ditunjukkan pada gambar 4.14 dibawah.



Gambar 4. 14 Pengujian rangkaian rectifier pada osiloskop.

4.5 Pengujian Rangkaian Step Up Untuk Sensor Piezoelektrik

Pada pengujian rangkaian step up untuk sensor piezoelektrik ini, semua rangkaian telah disambungkan satu sama lain sampai ke modul step up, mulai dari 6 buah sensor piezoelektrik, sinyal conditioning stage pertama, sinyal conditioning stage kedua, rangkaian rectifier sampai modul step up. Dalam pengujian ini data output dari sensor piezoelektrik ditampilkan pada layar osiloskop yang ditunjukkan pada gambar 4.15 dibawah :



Gambar 4. 15 Pengujian step up untuk sensor piezoelektrik pada osiloskop.

Dari data pengujian step up untuk sensor piezoelektrik ini, bentuk gelombang dan nilai dari output sensor piezoelektrik didapatkan sebesar 11,66 volt yang ditampilkan pada osiloskop seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15 diatas.

4.6 Pengujian Pemonitoring Tegangan

Setelah pengujian sensor array setelah menggunakan sinyal conditioning maka dilanjutkan dengan pengujian pemonitoring tegangan output dari 6 buah sensor piezoelektrik setelah diproses pada sinyal conditioning stage pertama dan juga setelah diproses pada sinyal conditioning stage kedua. Pengujian ini dilakukan dengan mengetuk-ngetuk kepingan sensor piezoelektrik sembari memantau tegangan output dari 6 buah sensor piezoelektrik yang ditampilkan pada layar LCD sebelum diproses pada sinyal conditioning dan sesudah diproses pada sinyal conditioning. Proses pemonitoring dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 16 Proses pemantauan tegangan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses atau tahapan-tahapan mulai dari proses perancangan sampai pengujian *signal conditioning* untuk sensor piezoelektrik ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

- a. Perancangan sensor piezoelektrik yang dipadukan dengan rangkaian *signal conditioning* berhasil meningkatkan dan menstabilkan output dari sensor piezoelektrik.
- b. Perancangan rangkaian *signal conditioning* menjadi komponen yang cukup penting dalam pengolahan dan pemfiltering sinyal yang diterima dari sensor piezoelektrik yang dibuktikan dari pengujian sensor piezoelektrik sebelum menggunakan *signal conditioning* hanya bernilai sebesar 0,40 Volt dan setelah menggunakan *signal conditioning* mencapai nilai 4,31 Volt.
- c. *Signal conditioning* untuk sensor piezoelektrik mampu menguatkan dan memfilter tegangan yang diterima dari sensor piezoelektrik menggunakan Op Amp LM 358 dengan rangkaian *summing amplifier* pada *stage* pertama dan rangkaian *non inverting* pada *stage* kedua juga menambahkan rangkaian *rectifier* dan rangkaian *step up* sehingga hasil dari *output* dari sensor piezoelektrik mencapai nilai sebesar 12,51 Volt berkat karakteristik dari Op Amp ini memiliki impedansi *input* yang tinggi dan impedansi *output* yang rendah, sehingga memungkinkan untuk digunakan pada berbagai aplikasi penguat audio dan filtering sinyal.

5.2 Saran

- a. Dalam pengembangan selanjutnya, ukuran kotak atau box project agar sedikit diperbaiki dan diperhatikan agar mempermudah dalam meletakkan dan merancang komponen yang digunakan.
- b. Agar alat dapat menghasilkan tegangan yang lebih besar dan lebih stabil disarankan untuk menggunakan super kapasitor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Pane, S. Arianto, B. Perangin-Angin, and T. Tamba, "PEMBUATAN SIGNAL CONDITIONING UNTUK SENSOR LVDT (LINEAR VARIABLE DIFFERENTIAL TRANSFORMER)."
- [2] R. Sotner¹, J. Jerabek², and N. Herencsar², "Penguat Buffer/Terbalik Pembeda Tegangan dan Aplikasinya untuk Menghasilkan Sinyal," 2013. [Online]. Available: www.onlinedoctranslator.com
- [3] J. Teknik Elektro, K. Kunci -Buck Converter, J. Thief, and P. Energi, "Lantai Pembangkit Listrik Menggunakan Piezoelektrik dengan Buck Converter LM2596."
- [4] B. Chandra Sekhar *et al.*, "Piezoelectricity and Its Applications," in *Multifunctional Ferroelectric Materials*, IntechOpen, 2021. doi: 10.5772/intechopen.96154.
- [5] D. Almanda, E. Dermawan, E. Diniardi, and A. Ilmar Ramadhan, "PENGUJIAN DESAIN MODEL PIEZOELEKTRIK PVDF BERDASARKAN VARIASI TEKANAN," 2016.
- [6] Antonius Hendro Noviyanto, "Pengkondisi sinyal dan akuisisi data sensor tekanan," vol. 19, 2016.
- [7] N. Z. D. S. G. B. D. R. F. R. P. A. N. H. vformes Gema Merdeka, "Analisis op amp lm741 pada komparator dengan software electronics worbench," vol. 12, 2022.
- [8] M. Miftah Syahfiqri, E. Kuswara, M. Iqbal Nugraha, Z. Saputra, and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, "Rangkaian Pengkondisi Sinyal dan Regresi Linier sebagai Metode Peningkatan Akurasi Pembacaan Sensor TDS pada Sistem Hidroponik," 2023.
- [9] Y. Apriani and T. Barlian, "INVERTER BERBASIS ACCUMULATOR SEBAGAI ALTERNATIF PENGHEMAT

- DAYA LISTRIK RUMAH TANGGA,” *Jurnal Surya Energy*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [10] S. R. U. A. S. ST. ,MT. , D. J. M. ST. , M. E. Iskandar jaelani, “Rancang Bangun Rumah Pintar Otomatis Berbasis Sensor Suhu, Sensor Cahaya, Dan Sensor Hujan,” vol. 5, 2016.
- [11] S. Marito Siagian, G. Wiratma Jaya, I. Nurhidayati, P. Studi Teknik Listrik, J. Teknik Elektro, and P. Negeri Medan Jalan Almamater, “75513 3) Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,” *Jalan Loa Ipuh, Kec. Tenggarong, Kab. Kutai Kartanegara*, vol. 7, no. 1, p. 50242, 2021.
- [12] H. A. S. S. Fachry Azharuddin Noor, “Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket,” vol. 2, 2017.
- [13] T. Angraini dan Muhammad Ikhsan, *Pengendalian Beban Generator Otomatis Berbasis PLC dan SCADA dengan Mempertimbangkan Arus pada Konsumen*. 2015.
- [14] C. Shaputra and R. Rasyid, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Piezoelektrik dengan Modul Charging TP5100 pada Bangunan Groin Pemecah Ombak Pantai Padang,” *Jurnal Fisika Unand*, vol. 8, no. 4, 2019.
- [15] Z. Lubis *et al.*, “KONTROL MESIN AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN SMARTPHONE,” Online, 2019.
- [16] R. Fauzi Siregar, R. Rudi, and N. Tanjung², “Sistem Kontrol Cerdas IoT: Deteksi Asap dan Api Menggunakan Modul SIM900A,” *Jurnal Teknologi Elektro UMY (JET-UMY)*, vol. 7, no. 2, 2023, [Online]. Available: www.onlinedoctranslator.com
- [17] S. Budiyanto, J. T. Elektro, F. Teknik, U. Mercuri Buana, J. L. Raya, and M. Selatan, “Sistem Logger Suhu dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio,” 2012.

- [18] A. Candra, F. Gozali, and J. K. Wibowo, "Sistem Penimbangan Berat Barang Berbasis Komputer PC," 2015.
- [19] D. Manikyam and G. Kumar Ganjakunta, "ICMR Tinggi Baru dan Respon Frekuensi Tinggi dari OpAmp Penjumlahan Pembalik," 2013. [Online]. Available: www.onlinedoctranslator.com
- [20] N. Ardiansyah and N. Evalina, *PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN TEGANGAN PADA PLTB MENGGUNAKAN POTENSIO DC*. 2019. [Online]. Available: <https://www.google.com/search?q=gambar+alat+xl600>
- [21] F. A. G. F. S. Rina Mardiaty, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32," vol. 2, Jun. 2016.
- [22] L. F. Azhar Al Havis, "Filtering Sinyal Menggunakan Band Pass Filter," vol. 19, 2018.
- [23] A. Kurniawan, "Analisis Laju Perpindahan Panas pada Baterai Ion Lithium 18650 terhadap Beban Keluarannya dengan Metode Numerik," *Journal of Mechanical Design and Testing*, vol. 2, no. 2, pp. 87–102, 2020, doi: 10.22146/jmdt.v2i2.53752.
- [24] U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, P. Studi Pendidikan Teknologi Informasi, and P. Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, "IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL," 2023.
- [25] AMIK BSI Jakarta, "PENERAPAN DAN PENGGUNAAN ALAT UKUR MULTIMETER PADA PENGUKURAN KOMPONEN ELEKTRONIKA," Mar. 2017.

LAMPIRAN



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Salah satu langkah untuk meningkatkan mutu dan kualitas

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1011/II.3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 27 Maret 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : MARDIANSYAH
Npm : 1907220078
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Semester : X (SEPULUH)
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN SINYAL CONDITIONING UNTUK SENSOR POEZOELEKTRIK DENGAN KONTRUKSI 3 AFRAY
Pembimbing : RAHMAT FAUZI SIREGAR, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 19 Muharram 1445 H
25 Juli 2024 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Mardiansyah
Npm : 1907220078
Judul Tugas Akhir : " PENGUJIAN SINYAL CONDITIONING UNTUK
SENSOR PIEZOELEKTRIK DENGAN KONTRUKSI
3 ARRAY"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	30 Maret 2024	Revisi latar Belakang	
2.	8 April 2024	Revisi Jawaban Pustaka	
3.	15 April 2024	Revisi Dasar teori	
4.	22 April 2024	Revisi Dasar teori	
5.	6 Mei 2024	Revisi Metode Penelitian	
6.	10 Mei 2024	Revisi metode Penelitian	
7.	20 Mei 2024	ACC = Sempurna!!!	

Dosen Pembimbing

RAHMAT FAUZI SIREGAR, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Mochtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Mardiansyah
Npm : 1907220078
Judul Tugas Akhir : " PERANCANGAN SINYAL CONDITIONING
UNTUK SENSOR PIEZOELEKTRIK DENGAN
KONTRUKSI 3 ARRAY"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.		Merancang Array Piezoelektrik	
2.		Menguji Output Array Piezoelektrik	
3.		Merancang Suming Dan Non Inverting Amplifier	
4.		Menguji output suming Dan Non Inverting Amplifier	
5.		Menguji Pengaruh kapasitor pada output sinyal conditioning	
6.		Merancang rangkaian Rectifier	
7.		Menguji output per freier Merancang rangkaian penarik tegangan Menguji rangkaian penarik tegangan Merancang pemantauan tegangan Menguji rangkaian pemantauan tegangan	

Acc Semhas !!! Dosen Pembimbing

RAHMAT FAUZI SIREGAR, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Mardiansyah
Npm : 1907220078
Judul Tugas Akhir : "PERANCANGAN SINYAL CONDITIONING
UNTUK SENSOR PIEZOELEKTRIK DENGAN
KONTRUKSI 3 ARRAY"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	12/9/2024	Perbaiki rangkaian output Dc to Dc	
2.	13/9/2024	Perbaiki kestabilan	
3.	14/9/2024	Perbaiki analisa data BAB IV	
4.	14/9/2024	KCC!!	
5.			
6.			
7.			

Dosen Pembimbing

RAHMAT FAUZI SIREGAR, S.T., M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Mardiansyah
Tempat/Tanggal Lahir: Simpang Empat/ 1 Juni 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum menikah
Alamat : Dusun 1 Simpang Empat
Kecamatan : Marbau
Provinsi : Sumatera Utara
Nomor Hp : 082363534627
E-mail : mardiansyah2342@gmail.com
Tinggi/Berat Badan : -
Kewarganegaraan : Indonesia

Orang Tua

Nama Ayah : Rahmatul Hadi
Agama : Islam
Nama Ibu : Mariana Nasution
Agama : Islam
Alamat : Dusun 1 Simpang Empat, kec. Marbau

RIWAYAT PENDIDIKAN

2007-2013 : SDN 112310 Marbau
2013-2016 : SMPN 1 Marbau
2016-2019 : SMK 2 Al Washliyah Marbau
2019-2024 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara