

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 ALAT YANG DIGUNAKAN

3.1.1 Alat

Pada perancangan alat untuk pengaplikasian pengembangan *Electric Field Meter* (EFM) 6 Channel dengan basis Arduino UNO R3, membutuhkan beberapa alat sebagai berikut:

1. Solder
2. Tang Potong
3. Bor
4. *Cutter*
5. Gunting
6. *Software* Arduino IDE
7. EMF Meter ST1393
8. Laptop
9. *Signal generator*
10. Osiloskop

3.1.2 Bahan

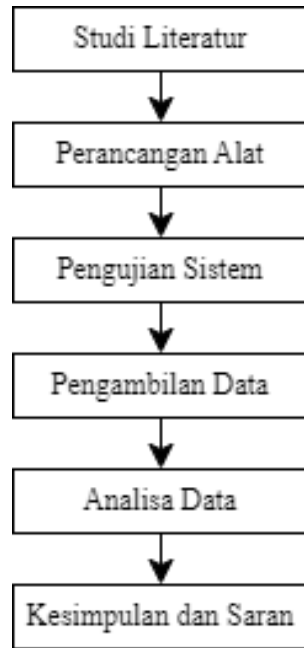
Pada perancangan alat untuk pengaplikasian pengembangan *Electric Field Meter* (EFM) 6 Channel dengan basis Arduino UNO R3, membutuhkan beberapa bhana sebagai berikut:

1. Arduino UNO r3
2. PCB EFM
3. Kabel hitam dan merah
4. Lembar tembaga
5. *Soldering wire*
6. *Box* plastik

3.2 ALUR PENELITIAN

3.2.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian pengaplikasian *Electric Field Meter 6 channel* berbasis Arduino untuk pengukuran medan listrik pada Apparel ECCT (*Electro Capacitive Cancer Therapy*) model helmet mencakup berbagai aspek yang ada pada penjelasan berikut.



Gambar 3.1 Blok Diagram Penelitian

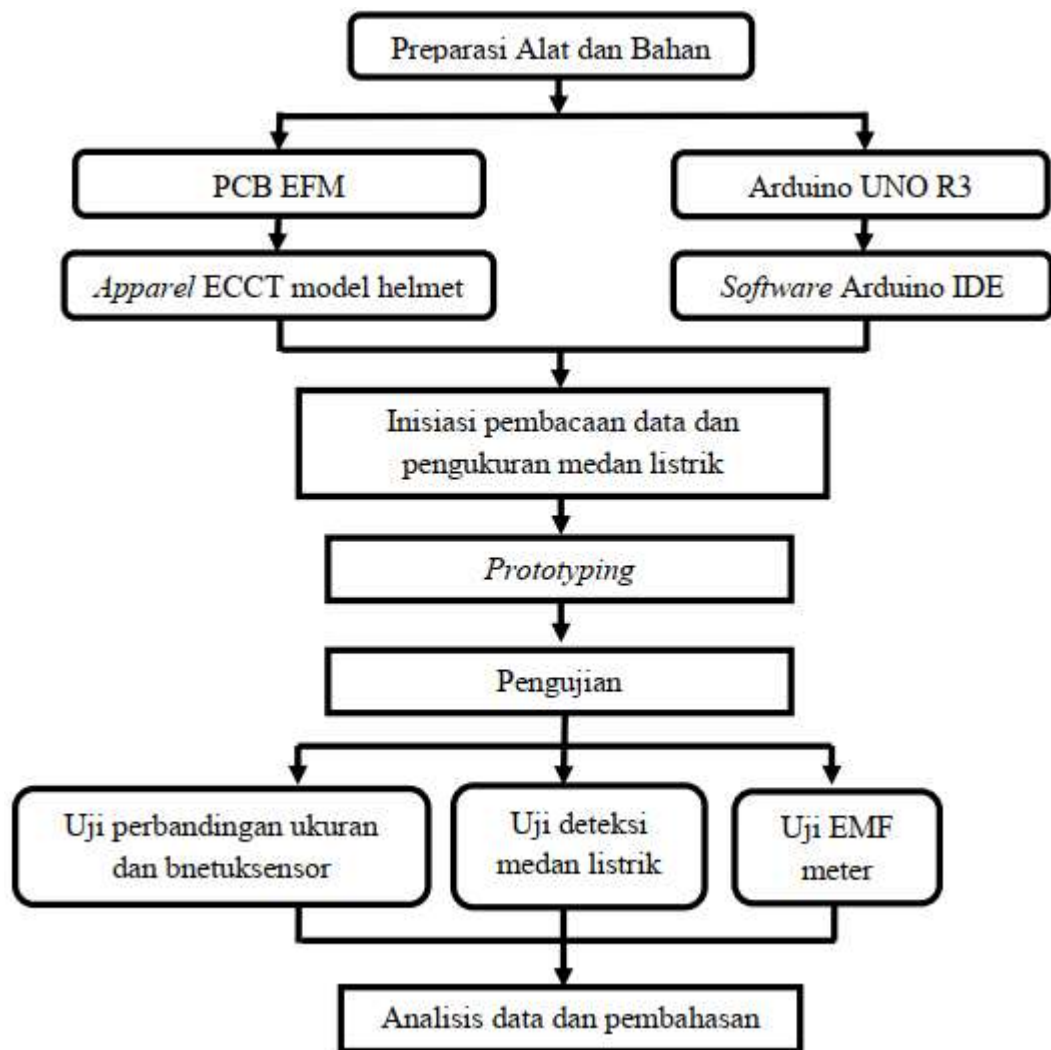
Rancangan penelitian yang dilaksanakan pada penelitian kali ini adalah Studi Literatur, di mana peneliti mengumpulkan informasi dan teori yang relevan dari berbagai sumber untuk mendasari penelitian. Ini diikuti oleh Perancangan Alat, di mana perangkat pengukuran dirancang menggunakan teknologi Arduino untuk mendeteksi medan listrik. Setelah perancangan selesai, langkah berikutnya adalah Pengujian Sistem untuk memastikan bahwa alat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan melakukan penyesuaian jika diperlukan.

Selanjutnya, proses Pengambilan Data dilakukan dengan menggunakan alat yang telah dirancang dan diuji untuk mengukur medan listrik pada model helmet ECCT. Data yang terkumpul kemudian dianalisis pada tahap Analisis Data untuk memahami pola dan hasil pengukuran, penelitian diakhiri dengan Kesimpulan dan Saran di mana hasil analisis dirangkum dan rekomendasi untuk

penelitian lebih lanjut atau aplikasi praktis diberikan. Proses yang terstruktur ini memastikan bahwa setiap tahap penelitian dilakukan dengan cermat dan hasil yang diperoleh dapat diandalkan serta memiliki dasar ilmiah yang kuat.

3.2.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian pengaplikasian *Electric Field Meter* 6 channel berbasis Arduino untuk pengukuran medan listrik pada Apparel ECCT (*Electro Capacitive Cancer Therapy*) model helmet mencakup berbagai aspek yang ada pada penjelasan berikut.

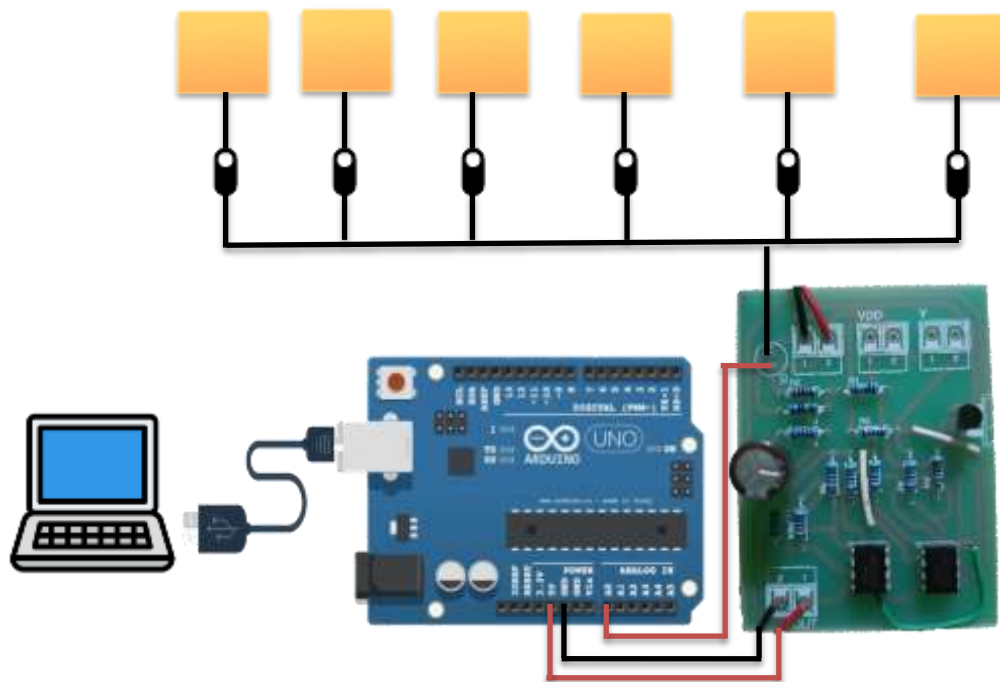


Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian pengaplikasian pengembangan *Electric Field Meter* (EFM) 6 Channel dengan basis Arduino UNO R3, diawali

dengan preparasi alat dan bahan melibatkan beberapa langkah dan komponen yang perlu dipersiapkan seperti set PCB EFM yang sudah di desain khusus, apparel ECCT model helmet, Arduino UNO R3 sbagai mikrokontroler, dan *software* Arduino IDE. Selanjutnya adalah Inisiasi pembacaan data dan pengukuran medan listrik meliputi persiapan preparasi *software*, hardware dan program, dan persiapan parameter apa saja yang diperlukan untuk pembacaan data dalam proses deteksi medan listrik. Pada *Prototyping* pembuatan model atau prototipe awal atau sistem yang akan dikembangkan. Tujuan utama dari *prototyping* adalah untuk menguji, mengevaluasi, dan memvalidasi ide-ide desain sebelum menghasilkan versi final. Proses selanjutnya adalah Pengujian, mencakup tiga jenis uji yang berbeda: uji perbandingan ukuran dan bentuk sensor, uji deteksi medan listrik, dan uji EMF meter. Masing-masing uji ini bertujuan untuk memastikan keakuratan dan reliabilitas perangkat dalam berbagai kondisi. Tahapan akhir adalah Analisis data dan pembahasan, di mana data yang diperoleh selama pengujian dianalisis secara menyeluruh dan hasilnya dibahas untuk menarik kesimpulan serta memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

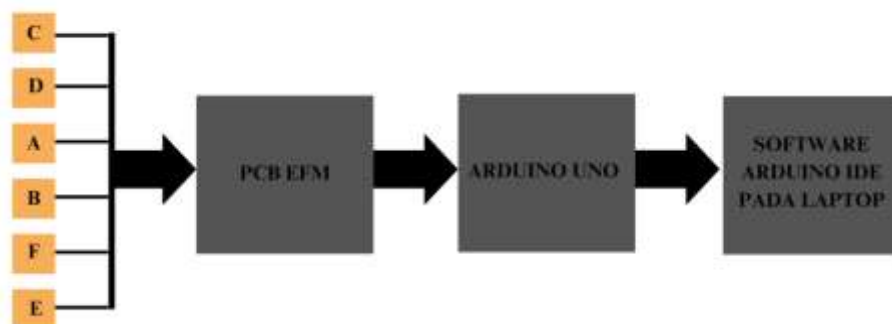
3.2.3 Desain Perancangan Alat



Gambar 3.3 Desain Perancangan Alat

Rancangan alat *Electric Field Meter* 6 chanel dengan basis Arduino UNO R3 seperti pada gambar 3.3, yang dikombinasikan dengan *custom* PCB EFM. Yang pertama pada pin A0 Arduino di hubungkan menggunakan kabel berwarna merah pada pin senso PCB EFM, kemudian pin 5V pada Arduino yang dihubungkan menggunakan kabel berwarna merah ke bagian VCC, selanjutnya ground yang dihubungkan dengan menggunakan kabel berwarna hitam, yang terakhir adalah 6 sensor tembaga berukuran 4x4 yang saling terhubung dan bersumber dari panel sensor yang terdapat pada PCB EFM, ditambah dengan sakelar *switch* sebagai penghubung setiap panel sensor dengan PCB EFM.

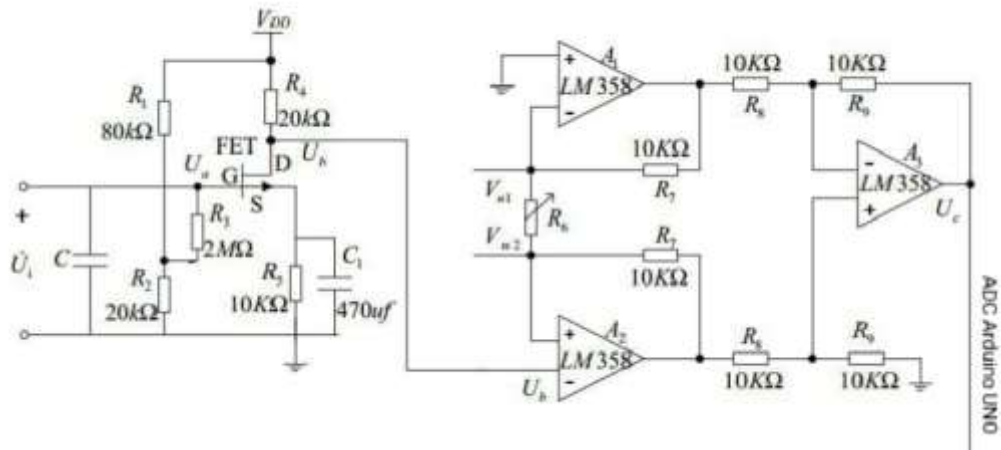
Penggunaan tembaga pada penelitian ini karena tembaga merupakan konduktor atau penghantar medan listrik dengan beberapa alasan utama. Pertama, tembaga memiliki tingkat resistensi yang rendah, memungkinkan elektron bergerak bebas dan menghantarkan listrik dengan efisiensi tinggi tanpa hambatan arus atau kehilangan energi signifikan [35]. Kedua, tembaga memiliki ketahanan termal yang tinggi, membuatnya tahan terhadap panas dan mencegah kerusakan akibat fluktuasi suhu, berbeda dengan kabel aluminium yang mudah terbakar. Selain itu, tembaga memiliki lapisan pelindung alami yang membuatnya tahan terhadap korosi, sehingga cocok digunakan di berbagai kondisi lingkungan [36].



Gambar 3.4 Blok diagram sistem

Blok diagram sistem pada penelitian alat *Electric Field Meter* 6 Channel berbasis Arduino untuk pengukuran medan listrik pada apparel ECCT (*Electro Capacitive Cancer Therapy*) model helmet dimulai dari enam saluran input sinyal berupa plat tembaga berukuran 4x4 yang ditandai dengan huruf A, B, C, D, E dan F. Sinyal hasil deteksi ini kemudian diteruskan ke PCB EFM, yang berfungsi sebagai penerima hasil deteksi medan listrik. Hasil pengukuran dari PCB EFM

dikirimkan ke Arduino Uno, yang berperan sebagai pengendali dan pengolah data. Data yang telah diproses oleh Arduino Uno kemudian dikirimkan ke komputer atau laptop melalui antarmuka USB. Di komputer atau laptop, perangkat lunak Arduino IDE digunakan untuk memantau, menyimpan, dan menganalisis data pengukuran medan listrik secara *real-time*, memungkinkan pengguna untuk melihat hasil pengukuran dan melakukan analisis lebih lanjut.



Gambar 3.5 Skematik PCB EFM

Gambar skematik yang ditampilkan merupakan bagian integral dari desain *Electric Field Meter 6 Channel* berbasis Arduino yang digunakan untuk pengukuran medan listrik pada apparel ECCT (*Electro Capacitive Cancer Therapy*) model helmet. Rangkaian ini menggunakan beberapa komponen utama seperti FET (*Field Effect Transistor*), kapasitor, resistor, dan amplifier operasional (LM358) yang tersusun dalam konfigurasi tertentu untuk mendeteksi dan memperkuat sinyal medan listrik. Pada bagian kiri skema, sinyal masukan (U_i) difilter oleh kapasitor dan dilewatkan melalui jaringan resistor R_1 , R_2 , dan R_3 serta FET, sebelum akhirnya diumpankan ke amplifier operasional pertama (A_4) untuk diperkuat. Sinyal yang diperkuat kemudian diteruskan melalui beberapa tahap penguatan tambahan menggunakan amplifier operasional A_3 dan A_2 , serta disesuaikan oleh jaringan resistor untuk memastikan linearitas dan akurasi. Hasil akhir pengukuran (U_c) diumpankan ke ADC (*Analog to Digital Converter*) pada Arduino UNO untuk proses selanjutnya. Desain rangkaian ini memastikan pengukuran medan listrik yang presisi dan dapat diandalkan, yang sangat penting untuk aplikasi dalam terapi kanker berbasis medan listrik.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.6 (a) Tampak Depan; (b) Tampak Belakang; (c) Tampak Kanan; (d) Tampak Kiri Letak Titik Uji pada Apparel Helmet

3.2.4 Kontrol Operasi pada *Software*

Kontrol operasi pada perangkat lunak dalam penelitian ini menjadi krusial untuk mengoptimalkan pengumpulan dan analisis data. Perangkat lunak yang dikembangkan untuk mengendalikan *Electric Field Meter 6 Channel* berbasis Arduino akan memiliki fungsi utama dalam menginisiasi, merekam, dan menyimpan data hasil pengukuran medan listrik. Melalui kontrol operasi yang cermat, perangkat lunak diharapkan dapat mendukung peneliti dalam menjalankan eksperimen dengan efisien dan akurat, serta menyediakan data yang diperlukan

untuk analisis mendalam terkait respons sensor terhadap medan listrik pada Apparel ECCT model helmet.

3.2.5 Pembacaan Data dan Pengukuran Medan Listrik

Proses pembacaan data dan pengukuran medan listrik dalam penelitian ini dimulai dengan inisiasi perangkat keras dan perangkat lunak Arduino IDE yang terintegrasi. *Electric Field Meter 6 Channel* berbasis Arduino akan dikonfigurasi untuk mengukur dan merekam nilai medan listrik pada posisi yang telah ditentukan. Pengukuran ini dilakukan dengan merespons sumber medan listrik yang ditempatkan pada jarak yang bervariasi dari medan listrik pada Apparel ECCT model helmet. Proses ini dapat diatur melalui coding yang ada di perangkat lunak Arduino IDE yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol parameter pengukuran seperti waktu pengambilan sampel dan rentang nilai medan listrik yang diamati.

Selama proses pengukuran, data yang diperoleh akan disimpan secara *real-time* dan terorganisir dengan baik dalam format yang dapat diakses untuk analisis lebih lanjut. Hasil pengukuran medan listrik akan mencakup informasi tentang kekuatan dan pola medan listrik yang diterima oleh medan listrik di berbagai posisi. Selanjutnya, data ini akan dianalisis untuk mengidentifikasi respons medan listrik terhadap variasi medan listrik, membantu peneliti dalam memahami karakteristik kinerja Apparel ECCT. Dengan demikian, pembacaan data dan pengukuran medan listrik menjadi tahap kritis dalam mendukung pemahaman yang lebih mendalam terhadap aplikasi potensial dari teknologi ini dalam konteks terapi kanker elektrokapasitif.

3.2.6 Pengujian

3.2.6.1 Uji Perbandingan Bentuk dan Ukuran Sensor

Uji perbandingan bentuk dan ukuran sensor dilakukan untuk menentukan sensor yang paling efektif dan efisien dalam mendeteksi medan listrik yang dihasilkan oleh helm. Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana bentuk dan ukuran sensor mempengaruhi keakuratan pengukuran, responsivitas, dan kenyamanan penggunaan pada helm. Membandingkan berbagai bentuk sensor yang mungkin digunakan untuk mendeteksi medan listrik yang

dipancarkan oleh apparel ECCT dan juga Membandingkan ukuran fisik sensor dalam hal diameternya. Pengujian ini bertujuan untuk melihat pengaruh bentuk dan ukuran sensor terhadap nilai *output* dari pancaran medan listrik yang dipancarkan oleh elektroda pada apparel ECCT.

3.2.6.2 Uji Sensor Deteksi Medan Listrik

Uji deteksi medan listrik dilakukan pada penelitian kali ini dengan tujuan untuk melihat apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak. Proses uji dimulai dengan kalibrasi awal sensor untuk menetapkan baseline atau nilai dasar dari medan listrik yang diukur. Sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah sensor kapasitif yang peka terhadap perubahan medan listrik di sekitar sensor. Setiap sensor pada alat ini terhubung ke mikrokontroler Arduino yang bertindak sebagai unit pemrosesan pusat. Arduino mengumpulkan data dari enam sensor yang tersebar di berbagai posisi di dalam helm ECCT untuk memastikan cakupan yang menyeluruh dan deteksi yang akurat. Selama pengujian, berbagai parameter diperhatikan, termasuk frekuensi medan listrik, intensitas medan, dan kestabilan sinyal. Hasil pengukuran ditampilkan secara real-time pada layar monitor yang terhubung dengan sistem Arduino, memungkinkan peneliti untuk memantau perubahan medan listrik secara langsung dan melakukan penyesuaian jika diperlukan.

3.2.6.3 Uji Perbandingan dengan EMF Meter

Pengujian uji perbandingan dengan EMF Meter dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan dan kinerja alat yang dikembangkan. Uji perbandingan ini melibatkan pengukuran medan listrik yang dihasilkan oleh helm ECCT menggunakan kedua alat, yaitu *Electric Field Meter 6 Channel* berbasis Arduino dan EMF Meter komersial yang sudah teruji keandalannya. Proses uji perbandingan dimulai dengan menempatkan helm ECCT dalam kondisi operasi standar, kemudian pengukuran medan listrik dilakukan secara bersamaan menggunakan kedua alat. Sensor *Electric Field Meter 6 Channel* berbasis Arduino dipasang pada titik-titik strategis di sekitar helm untuk mendeteksi medan listrik dari berbagai sudut, sementara EMF Meter ditempatkan di lokasi yang sama untuk memastikan bahwa kedua alat mengukur medan listrik pada area yang identik.

Data yang diperoleh dari kedua alat tersebut kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi kesesuaian dan perbedaan dalam pembacaan medan listrik. Parameter yang diperhatikan meliputi intensitas medan listrik, frekuensi, serta stabilitas sinyal. Analisis statistik digunakan untuk mengevaluasi korelasi antara hasil pengukuran dari kedua alat dan untuk menentukan tingkat akurasi alat berbasis Arduino.