

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan unsur yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan tumbuhan, hewan, dan manusia karena memiliki fungsi yang luas dalam proses biologis serta aktivitas sehari-hari. Air tersusun atas hidrogen dan oksigen dengan rumus H_2O , tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa dalam keadaan murni. Dalam tubuh manusia, air mencakup sekitar dua pertiga dari komposisi tubuh sehingga kecukupan asupan air sangat diperlukan untuk mempertahankan fungsi biologis. Selain sebagai kebutuhan minum, air juga digunakan untuk sanitasi, kegiatan rumah tangga, industri, serta aktivitas sosial dan ekonomi. Namun, meskipun sebagian besar permukaan bumi tertutup air, jumlah air tawar atau air bersih yang dapat langsung dimanfaatkan manusia masih terbatas (Ashri & Silvana, 2021; Wicaksono et al., 2019).

Ketersediaan air yang dimanfaatkan untuk menunjang kehidupan terus mengalami tekanan, baik dari sisi kualitas maupun kuantitas. Walaupun sebagian besar permukaan bumi tertutup air, tidak seluruhnya dapat langsung dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia. Air terus bergerak dalam siklus hidrologi melalui penguapan, kondensasi, presipitasi, dan aliran permukaan, tetapi distribusinya tidak selalu merata antarwilayah. Kondisi ini menyebabkan sebagian masyarakat masih menghadapi keterbatasan akses terhadap air yang layak digunakan. (Mujahida & Aminah, 2022).

Air bersih dan air minum merupakan kebutuhan dasar yang sangat menentukan status kesehatan dan keberlangsungan hidup manusia. Tubuh manusia tersusun oleh proporsi air yang tinggi pada berbagai organ, sehingga kecukupan air menjadi syarat penting bagi fungsi fisiologis. Selain dimanfaatkan untuk konsumsi, air juga memiliki peran strategis dalam rumah tangga, pertanian, industri, infrastruktur, dan transportasi. Dengan demikian, masalah ketersediaan air tidak hanya berkaitan dengan aspek kesehatan, tetapi juga dengan dimensi sosial dan ekonomi. (Andika, D.2013).

Kebutuhan dasar manusia adalah kebutuhan air minum yang mana setiap makhluk hidup memerlukan air untuk dikonsumsi. Air digunakan sebagai sektor pendukung ekonomi, meliputi sektor rumah tangga, pertanian, industri, infrastruktur, dan juga sebagai alat transportasi. Ketersediaan air bervariasi di setiap wilayah karena distribusinya yang kadang tidak seimbang, pendistribusian air harus diupayakan secara optimal dari lokasi sumber air ke daerah sekelilingnya, terutama ke kawasan kering yang perlu segera memperoleh akses air. (Susanti et al., 2023).

Ketersediaan dan kualitas air sangat dipengaruhi oleh sumbernya. Air dapat berasal dari air tanah, air laut, air atmosfer atau air hujan, air permukaan, dan mata air. Setiap sumber air memiliki karakteristik yang berbeda sehingga potensi pemanfaatan dan risiko pencemarannya juga berbeda. Air tanah, misalnya, dapat berasal dari lapisan tanah dangkal maupun dalam, sedangkan air permukaan seperti sungai dan danau lebih mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar

alirannya. Oleh karena itu, pemilihan sumber air perlu mempertimbangkan aspek kuantitas, kualitas, serta kemungkinan terjadinya kontaminasi (Sutrisno, 2010; Sutrisno, 2001; Daud, 2007).

Beberapa indikator kimia penting yang perlu dikendalikan dalam air adalah logam berat besi (Fe), nitrat/nitrit, dan salinitas. Besi sebenarnya dibutuhkan tubuh untuk pembentukan hemoglobin, tetapi jika kadarnya berlebihan dalam air minum dapat menimbulkan rasa mual, iritasi kulit dan mata, serta gangguan kesehatan lainnya. Kadar Fe yang tinggi juga dapat menyebabkan air berbau tidak sedap. Nitrit merupakan senyawa antara dalam proses oksidasi amonia menjadi nitrat dan dapat menunjukkan adanya penguraian bahan organik pada kondisi oksigen terlarut rendah. Salinitas menunjukkan tingkat keasinan atau jumlah garam terlarut dalam air; apabila kandungan garam terlalu tinggi, air dapat berubah menjadi payau atau asin sehingga tidak layak digunakan sebagai air tawar untuk kebutuhan tertentu (Febrina & Ayuna, 2019; Prakoso, 2021).

Pentingnya akses terhadap air bersih juga tercermin dalam agenda pembangunan berkelanjutan. Penyediaan air yang aman dan sanitasi yang layak merupakan bagian dari target global untuk meningkatkan kualitas lingkungan dan kesejahteraan penduduk. Namun demikian, air yang digunakan masyarakat harus memenuhi persyaratan kesehatan karena dapat menjadi media penularan penyakit maupun sarana akumulasi zat pencemar. Oleh sebab itu, pengolahan air perlu dilakukan melalui tahapan yang sesuai agar mutu air memenuhi standar yang berlaku (Chandra dalam Nurdin et al., 2019)

Di Indonesia terdapat beberapa daerah yang mengalami kekurangan air bersih yang memenuhi persyaratan kualitas. Salah satu wilayah yang menghadapi persoalan tersebut adalah Desa Waetuo, Kecamatan Lanrisang, Kabupaten Pinrang. Desa ini merupakan kawasan pesisir yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai nelayan. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, masyarakat memanfaatkan air tanah dari sumur gali dan sumur bor. Dalam praktiknya, air yang digunakan masyarakat menunjukkan kualitas yang kurang baik. Air sumur gali cenderung berwarna kecokelatan dan berbau, sedangkan air sumur bor tampak jernih saat dipompa tetapi berubah menjadi kekuningan setelah ditampung, yang mengindikasikan adanya kandungan besi yang cukup tinggi. Selain itu, masyarakat juga mengeluhkan rasa asin pada air yang digunakan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa persoalan kualitas air di Desa Waetuo tidak hanya berkaitan dengan besi, tetapi juga dengan salinitas dan nitrat yang berpotensi memengaruhi kelayakan air untuk kebutuhan domestik. Apabila situasi ini tidak ditangani secara tepat, maka masyarakat berisiko semakin sulit memperoleh air bersih yang aman.

Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan Upaya pengolahan air perlu dilakukan dengan teknologi yang sesuai dengan kondisi masyarakat. Teknologi penyaringan sederhana atau teknologi tepat guna menjadi penting karena bersifat lebih murah, mudah diterapkan, mudah dipelihara, hemat sumber daya, dan relevan dengan kondisi sosial, ekonomi, budaya, serta lingkungan setempat. Dalam pengolahan air, teknologi seperti ini dapat menjadi solusi yang lebih realistis dibandingkan teknologi modern yang mahal dan sulit dioperasikan. Penerapan teknologi tepat guna juga diharapkan mampu meningkatkan kemandirian masyarakat, mendukung

pemanfaatan sumber daya lokal secara bertanggung jawab, serta mendorong tumbuhnya inovasi sesuai kebutuhan wilayah.

Dalam penelitian ini, media yang digunakan meliputi zeolit, pasir silika, biji kelor, ijuk, arang tempurung kelapa, dan Spons, dengan mengacu pada persyaratan mutu air menurut Permenkes Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.

1.2 Teori

Air adalah senyawa kimia yang tersusun atas hidrogen dan oksigen dengan rumus H_2O . Senyawa ini dapat dijumpai dalam tiga fase, yaitu padat, cair, dan gas. Dalam bentuk murni, air tidak memiliki warna, bau, maupun rasa. Karena fungsinya yang sangat luas dan vital, air menjadi salah satu unsur paling penting bagi keberlangsungan kehidupan tumbuhan, hewan, dan manusia. (Ashri & Silvana, 2021)

Dalam tubuh manusia, proporsi air mencapai sekitar dua pertiga dari total komposisi tubuh. Oleh karena itu, kecukupan asupan air sangat penting untuk menjaga fungsi biologis. Selain untuk kebutuhan minum, air juga dibutuhkan dalam sanitasi, aktivitas rumah tangga, produksi industri, dan berbagai kegiatan sosial-ekonomi lainnya. Meskipun air menutupi sebagian besar permukaan bumi, hanya sebagian kecil berupa air tawar yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia. (Wicaksono et al., 2019).

A. Jenis Air berdasarkan Sumbernya

Menurut Sutrisno (2010), air yang tersedia di alam dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber asalnya sebagai berikut:

1. Air Tanah: Merupakan air yang berada di bawah permukaan tanah pada lapisan jenuh maupun tidak jenuh. Air tanah terbagi menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam (artesis) yang terperangkap di antara dua lapisan kedap air. Berdasarkan PP No. 43 Tahun 2008, air tanah adalah air yang terdapat dalam celah-celah partikel tanah atau batuan (Sutrisno, 2010).
2. Air Laut: Air yang terdiri dari 96,5% air murni dan 3,5% zat terlarut, terutama garam (NaCl). Tingginya kadar salinitas ini menyebabkan air laut tidak memenuhi syarat untuk langsung dijadikan sebagai air minum tanpa proses pengolahan lebih lanjut (Sutrisno, 2010).
3. Air Atmosfer (Hujan): Sumber air yang berasal dari proses kondensasi di atmosfer. Meskipun secara alami murni, air hujan rentan terkontaminasi oleh polusi industri dan debu. Selain itu, sifatnya yang agresif dapat mempercepat korosi pada wadah penampungan (Sutrisno, 2010).
4. Air Permukaan: Bagian dari air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah dan mengalir ke tempat yang lebih rendah, seperti sungai, danau, dan rawa. Kualitas air permukaan sangat fluktuatif karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitar aliran dan aktivitas manusia (Sutrisno, 2001).
5. Mata Air: air tanah yang secara alami muncul dari dalam tanah ke permukaan. Mata air dari dalam tanah hampir tidak terpengaruh oleh perubahan musim dan kualitasnya serupa dengan air di permukaan.

B. Sarana Air Bersih

Sarana pengambilan air tanah secara umum dibagi menjadi dua kategori:

1. Sumur Gali (Sumur Dangkal): Merupakan sarana tradisional dengan kedalaman 7–10 meter. Karena letaknya yang dekat dengan permukaan, sumur ini sangat rentan terkontaminasi oleh rembesan polutan, kondisi konstruksi yang terbuka, serta metode pengambilan air yang tidak higienis. Pencegahan pencemaran memerlukan persyaratan konstruksi fisik yang ketat pada bibir dan dinding sumur.
2. Sumur Bor (Sumur Pompa): Dibuat melalui proses pengeboran hingga mencapai lapisan air tanah yang lebih dalam, sehingga kualitas airnya lebih baik dan minim risiko kontaminasi (Wulandari Diah, 2016; Suhartono, 2013). Keunggulan utama sumur bor adalah kedalaman maksimal dan kualitas fisik air yang bergantung pada kondisi geologi (Wibowo et al., 2014). Air dari sumur dalam ini biasanya bebas dari mikroba dan dapat langsung dikonsumsi, namun proses pengeboran serta pemeliharannya memerlukan tenaga terampil (Barkah, 2021)

C. Klasifikasi Air Berdasarkan Fungsinya

1. Air Bersih: Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405 Tahun 2002, air bersih adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi standar kesehatan dan dapat dikonsumsi setelah melalui proses pemasakan. Air bersih merupakan kebutuhan dasar manusia untuk keperluan sanitasi seperti mandi dan mencuci.
2. Air Minum: Merupakan air yang telah melalui proses pengolahan maupun tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan sehingga layak untuk langsung dikonsumsi. Menurut Daud A. (2007), air minum yang berkualitas harus memenuhi standar baku mutu biologi, fisika, dan kimia karena perannya sebagai kebutuhan paling mendasar bagi metabolisme manusia.

D. Parameter Kimia Kualitas Air

1) Besi

Besi merupakan salah satu unsur kimia yang dapat ditemukan di hampir semua lokasi di bumi, pada segala lapisan geologis dan di semua badan air, di mana umumnya besi dalam air dapat ada dalam bentuk terlarut Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri). Besi (Fe) diperlukan oleh tubuh untuk membentuk hemoglobin. Jumlah besi dalam tubuh diatur oleh fase adsorpsi. Tubuh manusia tidak mampu mengeluarkan besi (Fe), oleh karena itu mereka yang sering menerima transfusi darah, kulitnya menjadi gelap akibat penumpukan Fe.

Air minum yang mengandung zat besi biasanya menyebabkan rasa mual jika diminum. Meskipun tubuh memerlukan Fe, tetapi dalam jumlah besar dapat merusak dinding usus. Kematian sering kali diakibatkan oleh kerusakan pada dinding usus ini. Kadar Fe lebih dari 1 mg/l akan mengakibatkan iritasi pada kulit dan mata (Febrina & Ayuna, 2019). Jika

kadar besi dalam air melebihi 10 mg/l, air akan berbau seperti telur yang busuk. Debu Fe dapat terakumulasi di alveoli dan mengakibatkan penurunan fungsi paru-paru.

2) Nitrat dan Nitrit

Nitrit adalah senyawa yang berasal dari amonia. Amonia ini diubah menjadi nitrit dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas* sp. Nitrit umumnya tidak bertahan dalam waktu yang lama dan biasanya merupakan tahap sementara dalam proses oksidasi antara amonia dan nitrat. Kondisi nitrit menunjukkan adanya proses biologis penguraian bahan organik dengan kandungan oksigen terlarut yang sangat rendah. Kadar nitrit dalam perairan tergolong rendah karena cepat teroksidasi menjadi nitrat.

3) Salinitas

Salinitas merupakan tingkat keasinan atau jumlah garam yang terlarut dalam air. Salinitas juga bisa merujuk pada jumlah garam di tanah. Kandungan garam di sebagian besar danau, sungai, dan saluran air alami sangat rendah sehingga air di lokasi ini digolongkan sebagai air tawar. Kadar garam dalam air tawar, berdasarkan definisi, kurang dari 0,5%. Apabila melebihi jumlah tersebut, air dianggap sebagai air payau atau menjadi air asin jika konsentrasinya antara 3 hingga 5%. Lebih dari 5%, itu disebut larutan garam. Air laut secara alami memiliki sifat sebagai air asin dengan kandungan garam sekitar 3,5%. (Prakoso, 2021).

E. Teknologi Tepat Guna

Teknologi sederhana penyaringan atau teknologi tepat guna pada dasarnya merupakan pendekatan teknologi yang dirancang agar sesuai dengan kebutuhan, kapasitas, dan kondisi masyarakat pengguna. Konsep ini menekankan penggunaan teknologi yang sederhana, hemat sumber daya, mudah dipelihara, terjangkau, serta relevan dengan konteks sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan setempat. Dalam bidang pengolahan air, teknologi tepat guna menjadi penting karena memungkinkan masyarakat mengakses solusi yang lebih realistis dibandingkan teknologi modern yang mahal dan sulit dioperasikan. Penerapan teknologi semacam ini diharapkan dapat mendukung produktivitas, memperkuat kemandirian masyarakat, mendorong pemanfaatan sumber daya lokal secara bertanggung jawab, dan menumbuhkan inovasi yang sesuai kebutuhan wilayah.

Untuk mendukung pelaksanaan Teknologi sederhana penyaringan secara nasional sesuai dengan potensi daerah secara mandiri maka dikeluarkanlah Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2001 tentang Penerapan dan Pengembangan Teknologi sederhana penyaringan. Tujuan penerapan dan pengembangan Teknologi sederhana penyaringan (TTG) adalah: (TTG) adalah:

1. Mempercepat pemulihan ekonomi, meningkatkan dan mengembangkan kegiatan usaha ekonomi produktif masyarakat, memperluas lapangan kerja, lapangan usaha, meningkatkan produktifitas dan mutu

produksi.

2. Menunjang pengembangan wilayah melalui peningkatan kualitas sumber daya manusia dan pemanfaatan sumber daya alam secara bertanggung jawab menuju keunggulan kompetitif dalam persaingan lokal, regional dan global.
3. Mendorong tumbuhnya inovasi di bidang teknologi.

F. Media Filtrasi

Tempurung kelapa banyak digunakan sebagai bahan baku karbon aktif karena memiliki mikropori yang baik, kadar abu rendah, dan reaktivitas tinggi (Teddy Hartuno & Udiantoro, 2014; Lempang et al., 2012; Subadra et al., 2005).



Gambar 1.1 Arang Tempurung Kelapa

Zeolit berfungsi sebagai adsorben dan penukar ion karena memiliki struktur aluminosilikat berpori, sedangkan pasir silika berperan menahan partikel tersuspensi dan menurunkan kekeruhan (Alam et al., 2018; Selintung & Syahrir, 2012).



Gambar 1.2 Zeolit

Biji kelor berfungsi sebagai koagulan alami karena mengandung senyawa bioaktif 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate yang mampu mengabsorpsi dan menetralkan partikel lumpur serta logam dalam air (Odang, 2013).



Gambar 1.3 Biji Kelor

Ijuk membantu menahan kotoran halus dan memperlambat aliran air, sedangkan spons menangkap partikel kecil yang belum tertahan oleh lapisan sebelumnya. Kombinasi media tersebut berpotensi meningkatkan efektivitas proses filtrasi dan memperbaiki kualitas air secara sederhana



Gambar 1.4 Ijuk

Pasir silika atau pasir kuarsa merupakan material yang banyak digunakan sebagai media filtrasi, khususnya untuk menahan partikel tersuspensi dan menurunkan kekeruhan. Dalam sistem penyaringan, pasir silika biasanya ditempatkan pada lapisan awal atau lapisan antara untuk membantu memisahkan partikel kasar maupun halus. Kombinasi zeolit dan pasir silika banyak digunakan karena keduanya saling melengkapi dalam proses penyisihan pencemar. (Selintung & Syahrir, 2012)



Gambar 1.5 Pasir Silika

Spons berperan sebagai penyaring tambahan untuk menangkap partikel-partikel berukuran kecil yang belum tertahan pada lapisan sebelumnya. Dalam konteks pengolahan air, Spons dapat membantu memperbaiki kejernihan air dengan menahan endapan halus yang masih terbawa setelah proses filtrasi melewati media lain.



Gambar 1.6 Spons

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana efektivitas teknologi filtrasi sederhana berbasis media zeolit, pasir silika, biji kelor, ijuk, arang tempurung kelapa, dan spons dalam menurunkan kadar besi, salinitas, dan nitrat pada air sumur gali dan sumur bor di Desa Waetuo Kabupaten Pinrang?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum
Menilai efektivitas teknologi sederhana penyaringan air sumur dalam meningkatkan kualitas air melalui penurunan kadar besi, salinitas, dan nitrat menggunakan kombinasi media zeolit, pasir silika, biji kelor, ijuk, arang tempurung kelapa, dan Spons.
2. Tujuan Khusus
 - a. Menganalisis efektivitas media filtrasi dalam menurunkan kadar besi pada air sumur;
 - b. Menganalisis efektivitas media filtrasi dalam menurunkan kadar salinitas pada air sumur;
 - c. Menganalisis efektivitas media filtrasi dalam menurunkan kadar nitrat air sumur.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan memperkaya pengetahuan mengenai penerapan teknologi sederhana penyaringan air sumur dengan memanfaatkan media lokal yang relatif mudah dijangkau. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi rujukan bagi pengembangan studi selanjutnya di bidang kesehatan lingkungan dan pengolahan air.

2. Manfaat Institusi

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi pemerintah daerah dan masyarakat, khususnya di Desa Waetuo, dalam upaya

peningkatan kualitas kesehatan lingkungan. Selain itu, penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran dan referensi akademik bagi civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat.

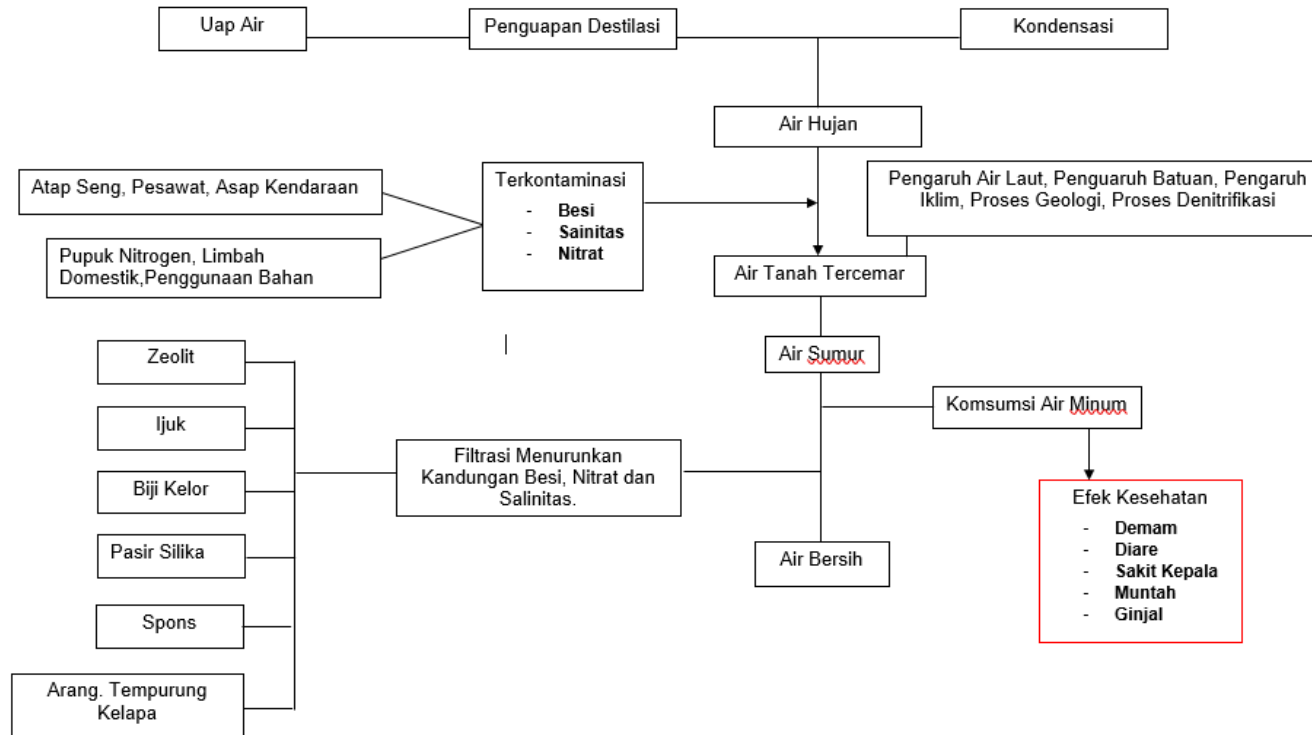
3. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan menambah pengalaman empiris dan kapasitas analitis dalam mengembangkan teknologi sederhana penyaringan air sumur pada kawasan pesisir. Sementara itu, bagi masyarakat, hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan motivasi untuk mengolah air sumur menjadi air bersih yang lebih layak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

4. Manfaat Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat sehingga memiliki motivasi dalam upaya mengolah air sumur menjadi air bersih yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari

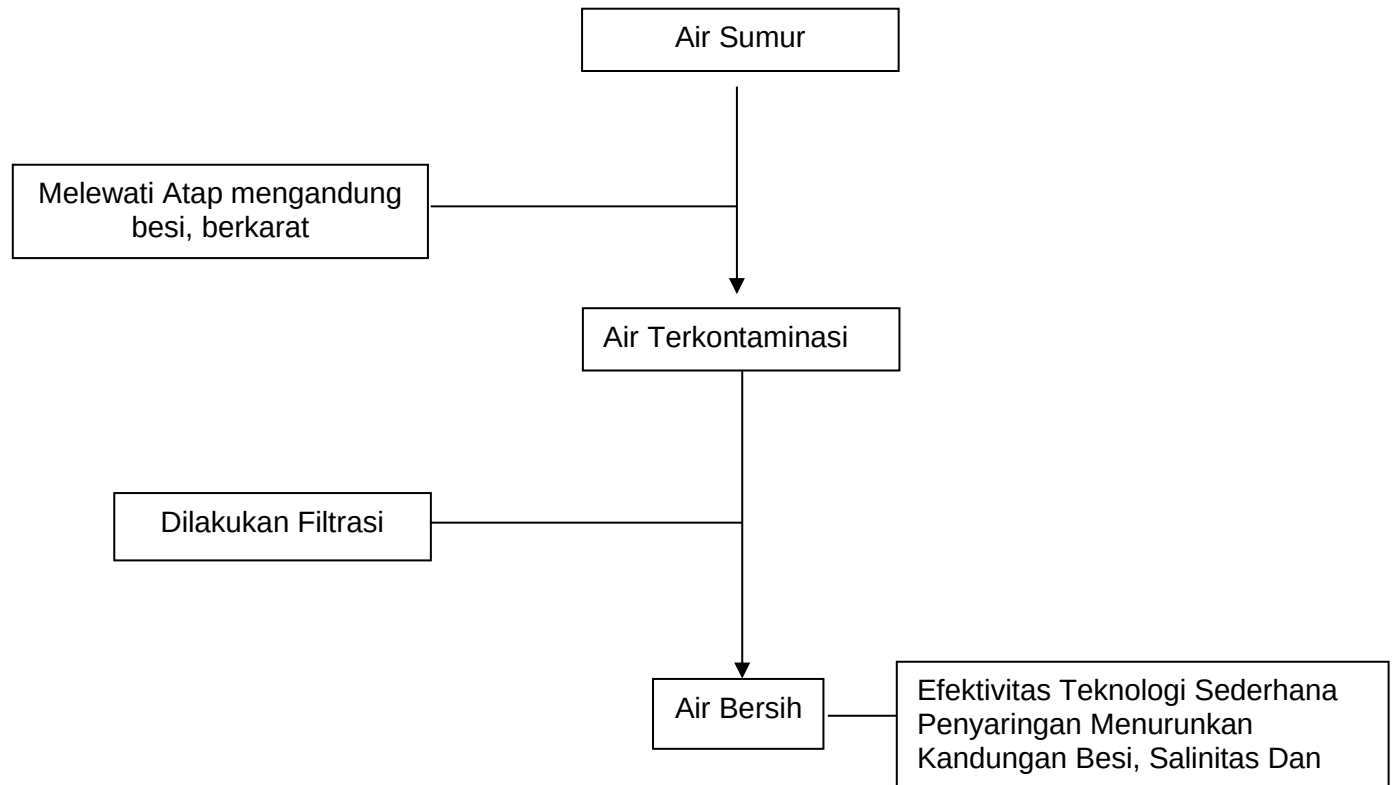
1.6 Kerangka Konsep



Gambar 1.7 Kerangka Konsep

Sumber : modifikasi dari teori (Untuk et al., 2024), (Sumali, 1999), (Fafa, 2011), (Dentry et al., 2023), (Manyullei et al., 2024)

1.7 Kerangka Teori



Gambar 1.8 Kerangka Teori Penelitian

1.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Definisi operasional dalam penelitian ini menjelaskan setiap variabel yang digunakan, mulai dari media filtrasi hingga parameter hasil pengukuran. Variabel hasil utama meliputi kadar besi, salinitas, dan nitrat yang diukur sebelum dan sesudah proses filtrasi. Penilaian terhadap pemenuhan syarat mutu mengacu pada ketentuan peraturan kesehatan yang relevan. Selain itu, efektivitas filtrasi dinyatakan sebagai persentase penurunan kadar parameter setelah perlakuan. .

Tabel 1.1 Definisi Oprasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Kriteria	Satuan	Skala	Alat Ukur
Air Sumur	Air sumur milik masyarakat di Desa Waetuoe	-	-	-	-
Teknologi Tepat Guna	Alat teknologi sederhana dengan menggunakan media filtrasi Zeolit, Pasir Silika, Biji Kelor, Ijuk, karbon aktif tempurung kelapa, dan Spons.	-	-	-	-
Zeolit	mineral alumina silikat terhidrat yang tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina dan silica yang membentuk struktur bermuatan zeolit dan terbuka/berpori.	-	-	-	-
Biji Kelor	biji dari tanaman Moringa oleifera yang telah di keringkan	-	-	-	-
Ijuk	serabut hitam dan keras yang berasal pohon Aren	-	-	-	-

	(<i>Arenga pinnata</i>)				
Karbon Aktif Arang tempurung kelapa	Karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa yang melalui proses pemanasan menghilangkan kandungan air menghasilkan arang yang memiliki struktur karbon.	-	-	-	-
Pasir Silika	Butiran pasir yang halus berwarna putih membantu dalam menangkap partikel-partikel kecil dalam air	-	-	-	-
Spons	filter busa atau filter SPONS, sebuah bahan yang digunakan untuk menyaring partikel-partikel kecil dalam air	-	-	-	-
Besi (Fe)	Kandungan besi dalam air sumur yang diukur sebelum dan sesudah filtrasi di pesisir Waetuoe	1. Memenuhi Syarat (<0,2 mg/L) 2. Tidak Memenuhi Syarat (>0,2 mg/L) Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023	Mg/L	Rasio	Spektrofotometer SNI 6989-82:2018

Salinitas	Kandungan Salinitas dalam air sumur yang diukur sebelum dan sesudah filtrasi di pesisir Waetuoe	1. Memenuhi Syarat (<0,5 ppt/‰) 2. Tidak Memenuhi Syarat (>0,5 ppt/‰) Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017	ppt/‰	Rasio	SNI 06-2413-1991 butir 3.12
Nitrat	Kandungan nitrat dalam air sumur yang diukur sebelum dan sesudah filtrasi di pesisir Waetuoe	1. Memenuhi Syarat (<20 mg/L) 2. Tidak Memenuhi Syarat (>20 mg/L) Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023.	Mg/L	Rasio	Spektrofotometer SM APHA 23rd Edition 4500-NO3-B, 2017
Efektivitas Filtrasi	Seberapa persentase tingkat penurunan kadar besi, salinitas dan nitrat dalam air sumur setelah filtrasi menggunakan TTG pada air sampel yang diambil	-	1-100%	-	Perbandingan Kadar Besi, Salinitas Dan Nitrat sebelum dan sesudah filtrasi

1.9 Tabel Sintesa

Tabel sintesis pustaka memuat sejumlah penelitian terdahulu yang membahas penggunaan media filtrasi dalam meningkatkan kualitas air sumur. Secara umum, hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa media seperti zeolit, karbon aktif, pasir silika, biji kelor, dan ijuk memiliki potensi dalam menurunkan beberapa parameter pencemar, termasuk besi dan salinitas, walaupun tingkat efektivitasnya dipengaruhi oleh komposisi media, lama kontak, dan karakteristik air baku.

Tabel 1.2 Tabel Sintesa

No	Penulis	Judul Jurnal	Metode	Sampel	Hasil
1.	(Rudianto, 2021)	Analisis Penurunan Salinitas Air Sumur Menggunakan Arang Aktif Ampas Tebu (Bagasse) Di Kelurahan Untia	Eksperimen	Di Kelurahan Untia	Sebaran Salinitas Dipengaruhi Oleh Berbagai Faktor Seperti Cuaca, Angin Pola Sirkulasi Air, Penguapan, Cerah Hujan Dan Aliran Sungai. Angka Salinitas Air Sumur Sebelum Diberi Perlakuan Yaitu 2,8 %. Nilai Salinitas Air Pada Menit Ke 120 Menurun Sebesar 2,7 ‰ Setelah Diadsorpsi Dengan 2 Gr Karbon Aktif. Rata-Rata Penurunan Salinitas Setiap 20 Menit Adalah 2,58 %.

2.	(Muhammad Al Kholif Et Al., 2024)	Peningkatan Kualitas Air Bersih Sumur Gali Menggunakan Teknologi Filtrasi	Eksperimen	Sumur Gali Warga Di Desa Kenjeran, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya	Reaktor Pengolahan Terdiri Dari Dua Buah Reaktor Dengan Perbedaan Antara Reaktor 1 Dan 2 Terletak Pada Jenis Media Yang Digunakan. Reaktor 1 Menggunakan Zeolit Dan Reaktor 2 Menggunakan Karbon Aktif. Hasil Filtrasi Ini Telah Memenuhi Standar Kualitas Air Bersih Sesuai Dengan PERMENKES No. 32 Tahun 2017.
3.	(Maria Tanti Egriska, 2024)	Penggunaan Filter Air Sederhanadari Biji Kelor Terhadap Kualitas Air Sumur Gali Untuk Kebutuhan Air Minumpedesaan Di Kabupaten Timor Tengah Selatan	Eksperimen	Desa Oebobo, Kecamatan Batu Putih, Kabupaten Timor Tengah Selatan.	Filter Air I Tanpa Biji Kelor Dan Filter Air li Dengan Biji Kelor. Filter Air I Penurunan Bakteri E. Coli Sebesar 71,43%, Warna Air Turun Sebesar 80%, Ph Turun Sebesar 2,70%, Kesadahan Naik Sebesar 7,14% Dan Salinitas Turun Sebesar 6,90%. Dan Filter Air li Penurunan Bakteri E. Coli Sebesar 23,81%, Warna Air Naik Sebesar 1240%, Ph Turun Sebesar 4,59%, Kesadahan Naik Sebesar 2,86% Dan Salinitas Turun Sebesar 2,59%.
4.	(Fitriandy, 2023)	Pemanfaatan Pasir Besi Dan Arang Aktif Sebagai Media Filtrasi Dalam Meningkatkan Kualitas Air Sumur	Eksperimen	Desa Lingom	Filtrasi I Dengan Ketebalan Media Pasir Besi 40 Cm Yang Berukuran Bulir 100 Mesh, Serta Unit Filtrasi li Dengan Ketebalan Media Arang Aktif 15 Cm Dan Pasir Besi 40 Cm Yang Berukuran Bulir 100 Mesh. Berdasarkan Hasil Uji Parameter Disimpulkan Bahwa Filtrasi I Efektif Dalam Menurunkan Kadar Fe

					Dan Mn, Namun Unit Filtrasi li Lebih Efektif Dalam Menurunkan Kadar Fe Dan Mn Pada Air Sumur.
5.	(Putri Rabiatul Amalia Sitorus, 2022)	Penerapan Filter Air Berbasis Zeolit Dan Pasir Silika Dengan Penambahannkarbonnaktif Bijinsalak Untuk Meningkatkan Kualitasnair Sumur Gali	Eksperimen	Desa Hessa, Kabupaten Asahan.	Hasil Uji Sampel Air Sumur Gali Setelah Diterapkan Metode Pemfilteran Dengan Karbon Aktif Biji Salak, Zeolit Dan Pasir Silika Telah Memenuhi Standar Kualita Air Bersih, Kecuali Filter A Pada Parameter Ph Dengan Nilai 5,32 Dan Fe Dengan Nilai 2,7 Mg/L. Komposisi Karbon Aktif Biji Salak, Zeolit, Dan Pasir Silika Yang Paling Optimum Diperoleh Pada Filter D Yang Menghasilkan Air Bersih Berdasarkan Permenkes Ri No.32 Tahun 2017 Dengan Komposisi 15 Cm : 10 Cm: 10 Cm.
6.	(Kasri Et Al., 2024)	Pengolahan Air Sumur Bor Menjadi Air Bersih Menggunakan Ko Mbinasi Metode Aerasi-Filtrasi (Studi Kasus: Sumur Bor Parit Wa'gattak, Desa Pal Sembilan, Kecamatan Sungai Kakap)	Eksperimen	Sumur Bor Parit Wa'gattak, Desa Pal Sembilan, Kecamatan Sungai Kakap	Alat Pengolahan Air Sumur Bor Menggunakan Metode Aerasi Yakni Spray Aerasi Dan Multiple Tray Aerasi Serta Filtrasi Menggunakan Media Filter Pasir Kerang. Hasil Masing Masing Penurunan Parameter Pada Penelitian Ini Yakni Besi (Fe) 2.82 Mg/L Menjadi Mg/L.

7.	(Aries Sujarwanto, 2014)	Keefektifan Media Filter Arang Aktif Dan Ijuk Dengan Variasi Lama Kontak Dalam Menurunkan Kadar Besi Air Sumur Di Pabelan Kartasura Sukoharjo	Eksperimen	Desa Pabelan Kartasura Sukoharjo	Hasil Uji Laboratorium Pada Kontrol Kadar Besi Rata-Rata 0,8 Mg/Lt. Perlakuan Dengan Arang Aktif (Ketebalan 30 Cm) Dan Ijuk (Ketebalan 30 Cm) Dengan Lama Kontak 4 Menit Rata-Rata Kadar Besi 0,51 Mg/Lt, Lama Kontak 5 Menit Rata-Rata Kadar Besi Sebesar 0,44 Mg/Lt Dan Lama Kontak 6 Menit Rata-Rata Kadar Besi Menjadi 0,3 Mg/Lt. Kadar Besi Setelah Perlakuan Sudah Memenuhi Standar Baku Mutu.
----	--------------------------------	--	------------	--	---

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain eksperimen semu (quasi-experimental) menggunakan rancangan non-randomized pretest-posttest control group design. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kadar Fe, salinitas, dan nitrat sebelum dan sesudah proses filtrasi.

Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen diberikan perlakuan filtrasi menggunakan kombinasi media zeolit, pasir silika, biji kelor, ijuk, arang tempurung kelapa, dan spons, sedangkan kelompok kontrol menggunakan media pembanding sesuai rancangan penelitian.

Pengukuran awal (pretest) dilakukan untuk mengetahui kondisi awal kadar besi (Fe), salinitas, dan nitrat, kemudian dilakukan pengukuran akhir (posttest) setelah proses filtrasi untuk menilai perubahan yang terjadi akibat perlakuan yang diberikan. (Sugiyono, 2018).

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

1) Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Waetuo, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan, sebagai lokasi pembuatan dan penerapan biofilter. Pemeriksaan laboratorium terhadap sampel air dilakukan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas I Makassar. Kegiatan penelitian berlangsung pada periode November 2024 sampai Maret 2025.

2) Waktu penelitian

Kegiatan penelitian berlangsung pada periode November 2024 sampai Maret 2025.

2.3 Populasi dan Sampel penelitian

1) Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air sumur yang digunakan oleh masyarakat di wilayah pesisir Desa Waetuo, Kabupaten Pinrang, baik yang berasal dari sumur gali maupun sumur bor.

2) Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah air sumur yang diambil dari sumur gali dan sumur bor yang telah ditentukan berdasarkan kriteria penelitian. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling dengan mempertimbangkan jenis sumur, kondisi fisik air, dan penggunaan air oleh masyarakat. Jumlah sampel disesuaikan dengan kebutuhan analisis laboratorium untuk parameter besi (Fe), salinitas, dan nitrat.

2.4 Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu:

1) Data Primer

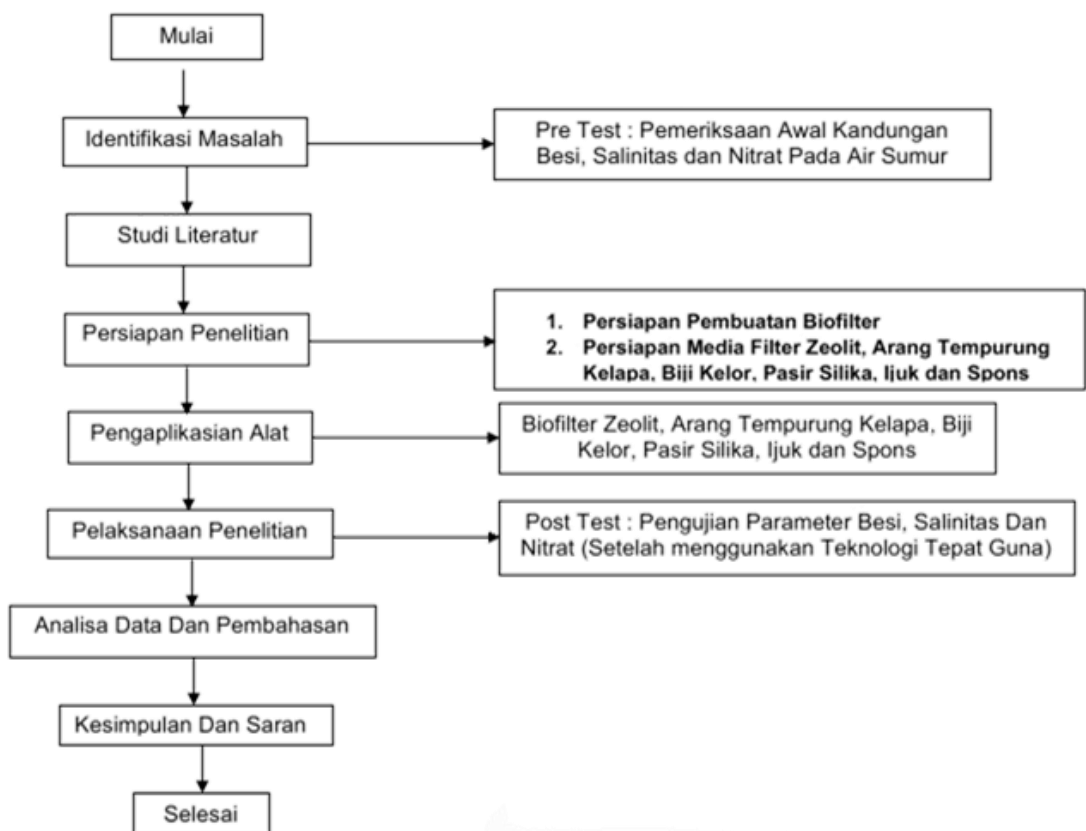
Data primer diperoleh dari hasil observasi di lapangan secara langsung tertuju pada objek penelitian. Data ini juga berupa hasil pengukuran dan pemeriksaan langsung dari laboratorium

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari hasil literatur terkait dengan tema penelitian seperti tesis, skripsi, jurnal dan data dari instansi terkait.

2.5 Prosedur Penelitian

Untuk memperoleh hasil dan informasi yang baik maka dibuat prosedur penelitian yang tersaji pada diagram berikut:



Gambar 2.1 Prosedur Penelitian

2.6 Instrumen Penelitian

1) Survey dan Wawancara

Pada tahap survey dan wawancara dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat Desa Waetuo serta gambaran perairan yang digunakan oleh masyarakat.

Setelah tahapan survey dan wawancara maka dilakukan tahapan pembuatan rancangan alat pengolahan air sederhana.

2) Pembuatan Rancangan Alat.

Tahap perancangan alat dilakukan dengan tujuan untuk menentukan desain alat yang tepat untuk pengolahan air sumur secara otomatis. Hasil kajian dari survey yang telah dilakukan digunakan untuk menentukan desain alat tersebut sehingga benar-benar dapat menjadi solusi dalam pengolahan air sumur menjadi air minum. Berdasarkan pengkajian, otomatisasi pengolahan air sumur memerlukan mikrokontroler sebagai sistem elektronik pengontrolan pengolahan air sumur secara otomatis. Perancangan alat pengolahan air sumur terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian tandon untuk menampung air dan media filter. Keseluruhan bagian dirangkai menjadi sebuah sistem yang saling terhubung.

3) Pembuatan Model Perangkat

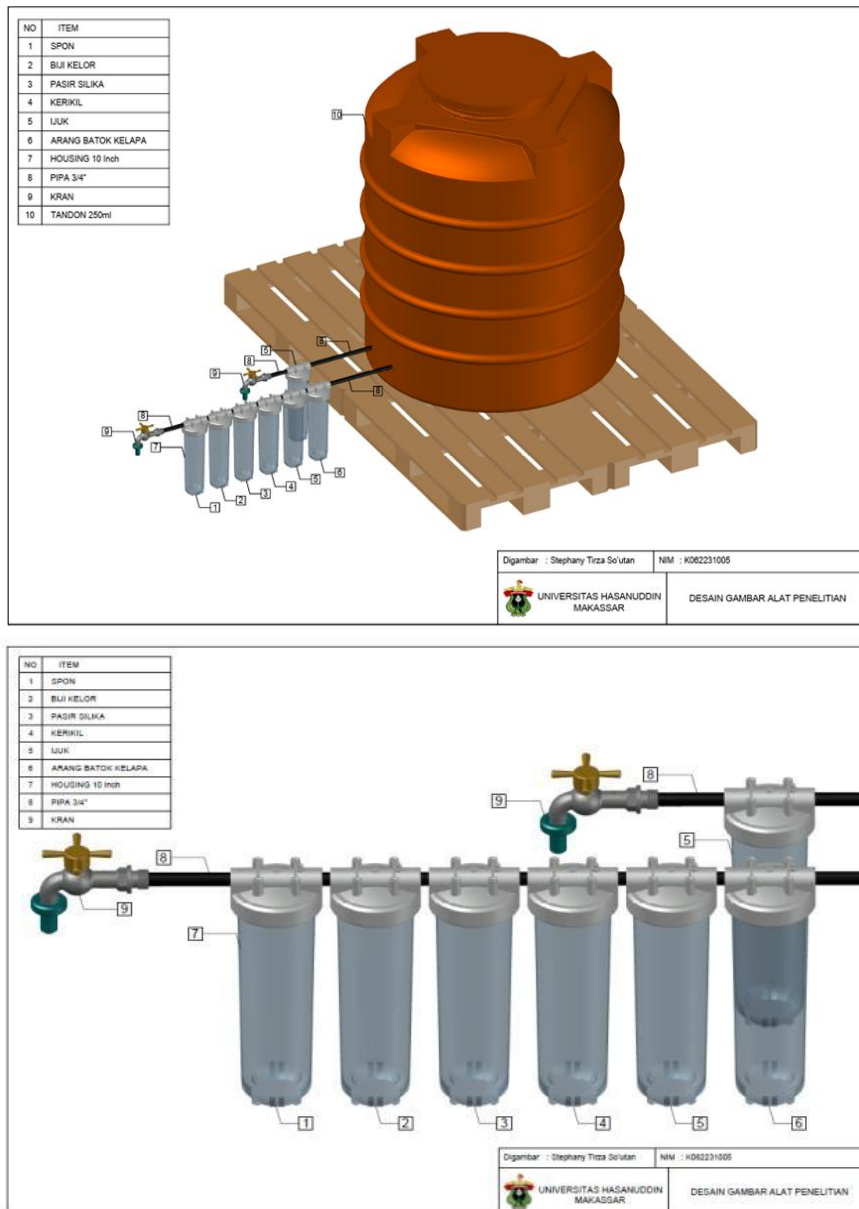
Tahap model perangkat merupakan tindak lanjut dari tahap rancangan alat sesuai dengan desain alat yang didapatkan. Untuk melakukan pengolahan air sumur secara otomatis diperlukan alat dan bahan berikut ini:

Alat :

- a. Tandon air 250 liter
- b. Pipa PVC
- c. *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)*
- d. Botol Sampel
- e. Gelas Ukur
- f. Pipet Tetes
- g. Label
- h. ATK
- i. Kran

Bahan :

- 1) Arang Tempurung Kelapa
- 2) Pasir Silika
- 3) Zeolit
- 4) Ijuk
- 5) Spons
- 6) Biji Kelor
- 7) H_2SO_4 4N
- 8) HNO_3



Gambar 2.2 Desain Gambar Alat Penelitian

1. Pengambilan Sampel

- Botol sampel dicuci dengan detergent dan dibilas hingga bersih.
- Botol sampel dicuci dengan air sampel sebanyak 3 kali menggunakan air sampel.
- Botol sampel di isi penuh menggunakan air sampel dan ditutup serta diberi label.

2. Proses Filtrasi

- a) Air sampel masukkan kedalam alat filtrasi
- b) Botol sampel dibilas sebanyak 3x menggunakan air sampel
- c) Botol sampel diisi dengan menggunakan air sampel hingga penuh kemudian ditutup rapat dan diberi label
- d) isi pipa filtrasi eksperimen dengan karbon aktif tempurung kelapa, Ijuk, Biji Kelor, Pasir silika dan Spons.
- e) Diisi pipa filtrasi kontrol dengan ijuk
- f) Dibuka kran air pada tangki air (filtrasi eksperimen).
- g) Botol sampel dibilas sebanyak 3x menggunakan air sampel
- h) Botol sampel diisi dengan menggunakan air sampel kelompok eksperimen hingga penuh kemudian ditutup rapat dan diberi label.
- i) Dibuka kran air pada tangki air (filtrasi kontrol).
- j) Botol sampel dibilas sebanyak 3x menggunakan air sampel
- k) Botol sampel diisi dengan menggunakan air sampel kelompok kontrol hingga penuh kemudian ditutup rapat dan diberi label.
- l) Sampel dibawa ke laboratorium untuk diperiksa.

3. Pemeriksaan Besi

- a) Disediakan 2 tabung nessler, masing- masing di isi 50 ml sampel air dan aquadest.
- b) Masing-masing tabung ditambahkan 2,5 ml H_2SO_4 4N ditambah 2 – 3 tetes KMnO_4 0,1 N sampai berwarna merah muda stabil.
- c) Masing-masing tabung ditambahkan 2,5 ml NH_4SCN 20%. dicampur sampai berwarna merah coklat.
- d) Diamati perubahan warna, dan dibandingkan dengan standar pembanding, bila positif mengandung besi akan berwarna coklat.
- e) Kemudian tabung pembanding ditambah larutan standar besi sampai sama dengan tabung sampel air.
- f) Dicatat jumlah standar yang digunakan.

4. Pemeriksaan Nitrat

- a) Saring 25 – 50 ml air sampel dengan kertas saring
- b) Ambil sampel sebanyak 5ml masukkan ke dalam gelas piala
- c) Tambahkan 0.5 ml brucine aduk
- d) Tambahkan 5 ml H_2SO_4 pekat aduk
- e) Setelah itu didiamkan dan dilakukan spektrofotometer dengan gelombang 410 nm (catat data)
- f) Pembuatan standar, yaitu diambil 5 ml NO_3 dan dimasukkan ke dalam labu ukur, tambahkan akuades sebanyak 100 ml serta dikocok hingga rata. Kemudian ambil 25 ml serta ditetesi dengan 0.5 brucine, dan 5 ml H_2SO_4 didiamkan dan dispektro dengan gelombang 410 nm.
- g) Untuk blanko, pertama diambil akuades sebanyak 25 ml, kemudian ditetesi dengan 0.5 brucine, dan 5 ml H_2SO_4 . Didiamkan dan dispektro

5. Pemeriksaan Salinitas

- a) Sebelum dipakai, Refraktometer dibersihkan dengan tisu mengarah ke bawah
- b) Pada bagian prisma Refraktometer ditetesi dengan tetes cairan, aquadest atau larutan NaCl 5%. Cairan dituangkan hingga melapisi seluruh permukaan prisma. Gunakan pipet untuk mengambil cairan yang ingin diukur.
- c) Tutup secara hati-hati refraktometer dengan mengembalikan pelat ke posisi awal. Prisma jangan dipaksakan masuk jika sedikit tertahan.
- d) Untuk mendapat hasil salinitas, lihat ke dalam ujung bulat refraktometer. Bakal terlihat satu angka skala atau lebih.
- e) Skala salinitas biasanya bertanda ‰ yang berarti "bagian per seribu", dari 0 di dasar skala hingga 50 di ujungnya. Ukuran salinitas terlihat pada garis pertemuan bagian putih dan biru.

6. Perhitungan persentasi efektivitas filtrasi dilakukan dengan rumus :

Analisis keefektifan alat filter pipa bersusun berbasis adsorben alami dapat dilihat dari kualitas air sumur awal sebelum dan sesudah pengolahan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan efektivitas pengolahan adalah sebagai berikut.

$$\sum p = \frac{A-b}{A} \times 100 \%$$

Keterangan :

$\sum p$ = Efektivitas pengolahan (%)

A = Nilai Sebelum Pengolahan (mg/L)

B = Nilai Sesudah Pengolahan (mg/L) (Saifudin, 2005)

2.7 Teknik Pengolahan Data dan Analisis Data

1. Teknik pengolahan data

Data yang diperoleh diolah menggunakan perangkat lunak Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Tahapan proses pengolahan data sebagai berikut.

a. Editing (Pemeriksaan data)

Editing bertujuan untuk mengevaluasi kelengkapan, konsistensi, dan kesesuaian antara kriteria data yang diperlukan untuk uji hipotesis atau menjawab pertanyaan penelitian. bantuan program komputer yaitu *software* SPSS (*Statistical Product and Service Solution*)

b. *Coding* (Pengkodean)

Coding merupakan proses Memberi kode bertujuan untuk merubah data kualitatif menjadi kuantitatif. Coding data diperlukan terutama dalam proses pengolahan data baik secara manual atau menggunakan program komputer.

c. *Entry* (Pemasukkan Data)

Entry merupakan tahap memasukkan data dari jawaban dalam bentuk kode ke dalam program atau *software* komputer. Setelah semua kuesioner dan lembar observasi terisi penuh dan benar, serta sudah melewati tahap pengkodean, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan dan mengolah data menggunakan bantuan program komputer yaitu *software* SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) untuk mendapatkan hasil analisis.

d. *Tabulating* (Mentabulasi)

Tabulating yaitu memasukkan data ke dalam tabel-tabel yang telah tersedia baik secara tabel untuk data mentah maupun untuk data yang digunakan untuk Menghitung data tertentu secara spesifik.

e. *Cleaning* (Pembersihan Data)

Cleaning atau pembersihan data merupakan tahap pengecekan kembali data yang sudah di-*entry* untuk melihat kemungkinan ada kesalahan penginputan data, ketidaklengkapan, dan sebagainya, kemudian dilakukan perbaikan atau koreksi.

2. Analisis data

a. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan masing-masing variabel penelitian dalam bentuk tabel distribusi atau ringkasan nilai parameter.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk membandingkan efektivitas media filtrasi antara kelompok eksperimen dan kontrol terhadap kadar besi, nitrat, dan salinitas. Uji statistik yang digunakan adalah *Mann–Whitney*.

2.8 Penyajian Data

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik agar memudahkan interpretasi perubahan kadar besi, nitrat, dan salinitas setelah perlakuan pada kelompok eksperimen maupun kontrol.

2.9 Etik Penelitian

Seluruh prosedur dalam penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin dengan nomor 303/UN4.14.1/TP.01.02/2024 pada tanggal 15 Oktober 2024