



**PERBEDAAN KETEBALAN MEDIA FILTRASI ARANG SEKAM PADI
DAN PASIR SILIKA TERHADAP PENYISIHAN
TDS AIR PDAM TUBAN**

SKRIPSI

Oleh :

**Cici Izza Shafira
191910601063**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2023**



**PERBEDAAN KETEBALAN MEDIA FILTRASI ARANG SEKAM PADI
DAN PASIR SILIKA TERHADAP PENYISIHAN
TDS AIR PDAM TUBAN**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Lingkungan (S1) dan mencapai gelar sarjana Teknik

Oleh :

**Cici Izza Shafira
191910601063**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Dengan rahmat Allah SWT dan semangat serta dukungan dari orang-orang yang sangat peduli terhadap penulis, sehingga penelitian yang dilakukan dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mempersembahkan penelitian ini kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda Arif Hidayat dan Ibunda Sri Miharti, serta Kakak saya Alfin Tiara Shafira. Keluarga yang sudah memberikan dukungan baik material maupun moral yang tidak terhingga kepada saya;
2. Dosen pembimbing saya, Ibu Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T. serta Ibu Noven Pramitasari, S.T., M.T. yang telah meluangkan waktu, usaha, perhatian dan bimbingan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini;
3. Pihak PDAM Kabupaten Tuban yang sudah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
4. Teman baik di perkuliahan saya, Nafasya, Sharafina dan Angeline yang selalu membantu dan memberikan semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan 2019 yang telah membantu dan meluangkan waktu dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Kakak tingkat saya, Afifa, Rizal, Alma, dan Khantsa yang telah membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
7. Teman-teman pondok saya, Terry, Rosa, Resa, Anggra, Afiyati, dan keluarga PPM SR angkatan 2019 yang telah memberi semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan semangat baik moral dan material.
9. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember yang saya banggakan.
10. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thanks me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting.*

MOTTO

“Berjuang identik dengan pengorbanan, pengorbanan identik dengan kehilangan,
tetapi pengorbanan dan kehilangan semua tidak akan sia-sia”

(Bapak Khoirul Huda)

“Berhenti membayangkan sesuatu yang tidak baik, karena hidup ini proses,
yakinkanlah bahwa Allah akan menolong kita”

(Ust H. Akmaludin Akbar)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Cici Izza Shafira

NIM : 191910601063

menyatakan bahwa sesungguhnya tugas akhir yang berjudul “Perbedaan Ketebalan Media Filtrasi Arang Sekam Padi dan Pasir Silika terhadap Penyisihan TDS Air PDAM Tuban” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya paksaan dan tekanan pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Januari 2023

Yang menyatakan,

Cici Izza Shafira

191910601063

SKRIPSI

**PERBEDAAN KETEBALAN MEDIA FILTRASI ARANG SEKAM PADI
DAN PASIR SILIKA TERHADAP PENYISIHAN
TDS AIR PDAM TUBAN**

Oleh:

Cici Izza Shafira

NIM 19191060163

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Noven Pramitasari, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Perbedaan Ketebalan Media Filtrasi Arang Sekam Padi dan Pasir Silika terhadap Penyisihan TDS Air PDAM Tuban" telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 25 Januari 2023

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing:

PEMBIMBING UTAMA

PEMBIMBING ANGGOTA

Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.

NIP. 197205281998022001

Noven Pramitasari, S.T., M.T.

NIP. 199211062019032017

Tim Penguji:

PENGUJI UTAMA

PENGUJI ANGGOTA

Dr. Ir. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.

NIP. 197301271999032002

Cantika Almas Fildzah, S.T., M.T.

NIP. 199706182022032010

Mengesahkan:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 197008261997021001

RINGKASAN

Perbedaan Ketebalan Media Filtrasi Arang Sekam Padi dan Pasir Silika Terhadap Penyisihan TDS Air PDAM Tuban; Cici Izza Shafira, 191910601063; 2022; 63 halaman; Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Jember.

PDAM Tuban merupakan penyediaan air dengan pelayanan distribusi sebesar 12.387 m³/bulan dan sambungan penyediaan sebesar 49.372 yang mana air merupakan kebutuhan manusia yang paling utama dan mendasar yang harus tersedia, dimana kualitas dari parameter fisik, biologi dan kimia terpenuhi dengan baik. Parameter yang terdapat di PDAM Tuban telah memenuhi baku mutu, tetapi terdapat satu parameter yang belum memenuhi baku mutu yaitu TDS (*Total Dissolve Solid*) dan harus dilakukan perlakuan dengan menurunkan kadar TDS hingga memenuhi baku mutu. Air yang mengandung TDS yang tinggi dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia, seperti batu ginjal. Penurunan TDS dilakukan dengan menggunakan perbedaan ketebalan media filter untuk memperoleh efektivitas penyisihan yang optimum.

Penelitian menggunakan 5 reaktor terdiri atas 1 reaktor kontrol dan 4 reaktor media filter. Variabel penelitian terdiri atas variabel terikat, kontrol dan bebas. Variabel terikat adalah nilai TDS. Variabel bebas terdiri atas waktu kontak dan ketebalan media. Ketebalan pasir silika meliputi 10 cm, 20 cm dan 35 cm, sedangkan ketebalan arang sekam padi meliputi 10 cm, 20 cm dan 35 cm. Jumlah sampel sebanyak 35 sampel dengan 3 kali pengulangan, dimana 1 variabel menggunakan reaktor kontrol, 2 variabel menggunakan kombinasi media filter, 2 variabel menggunakan 1 media filter. Variabel kontrol terdiri atas kerikil (5 cm), spons (20 cm) dan pasir sungai (5 cm). Analisis statistik yang digunakan yaitu uji regresi linier, uji anova dan uji T-test dengan menggunakan pemograman R Studio. Efisiensi penyisihan merupakan hasil yang diharapkan dari penelitian ini.

Kualitas air baku awal sebesar 537 mg/l, setelah adanya perlakuan dengan proses filtrasi didapatkan penyisihan rata-rata pada waktu kontak 1 jam yaitu 41,45% pada reaktor 1, 47,72% pada reaktor 2, 42,12% pada reaktor 3, 40,81%

pada reaktor 4, 40,14% pada reaktor 5. Rata-rata efisiensi penyisihan waktu kontak 2 jam yaitu 43,35% pada reaktor 1, 52,02% pada reaktor 2, 44,63% pada reaktor 3, 41,94% pada reaktor 4, 41,44% pada reaktor 5. Penurunan TDS berdasarkan analisis statistik mendapatkan perbedaan yang berpengaruh signifikan terdapat pada reaktor 1 dengan reaktor 2, reaktor 2 dengan reaktor 4, reaktor 2 dengan reaktor 5, Hal ini menunjukkan ukuran bulir pasir yang semakin kecil dapat mempengaruhi kecepatan penyaringan dan menghasilkan kualitas penurunan TDS semakin baik.

SUMMARY

Differences in Filtration Media Thickness of Rice Husk Charcoal and Silica Sand on TDS Allowance for Water from PDAM Tuban; Cici Izza Shafira, 191910601063; 2022; 63 pages; Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

PDAM Tuban is a water supply with distribution services of 12,387 m³/month and supply connections of 49,372 where water is the most important and basic human need that must be available, where the quality of physical, biological and chemical parameters is well fulfilled. The parameters contained in PDAM Tuban have met the quality standards, but there is one parameter that has not met the quality standards, namely TDS (Total Dissolve Solid) and must be treated by reducing the TDS level to meet the quality standards. Water that contains a high TDS can cause health problems in humans, such as kidney stones. TDS reduction is carried out by using the difference in the thickness of the filter media to obtain the effectiveness of optimal removal.

The study used 5 reactors consisting of 1 control reactor and 4 filter media reactors. The research variables consisted of dependent, control and independent variables. The dependent variable is the TDS value. The independent variables consisted of contact time and media thickness. The thickness of silica sand includes 10 cm, 20 cm and 35 cm, while the thickness of rice husk charcoal includes 10 cm, 20 cm and 35 cm. The number of samples is 35 samples with 3 repetitions, where 1 variable uses a control reactor, 2 variables use a combination of filter media, 2 variables use 1 filter media. Control variables consisted of gravel (5 cm), sponge (20 cm) and river sand (5 cm). The statistical analysis used was linear regression test, anova test and T-test using R Studio programming.

Efficiency is the expected result of this study. The initial raw water quality was 537 mg/l. After being treated with the filtration process the average removal at 1 hour contact time, namely 41.45% in reactor 1, 47.72% in reactor 2, 42.12% in reactor 3, 40.81% in reactor 4, 40.14% in reactor 5. The average efficiency of removal contact time 2 hours is 43.35% in reactor 1, 52.02% in reactor 2, 44.63%

in reactor 3, 41.94% in reactor 4, 41.44% in reactor 5. The decrease in TDS based on the statistical analysis found significant differences in reactor 1 and reactor 2, reactor 2 and reactor 4, reactor 2 and reactor 5. The smaller the grain size can affect the screening speed and the better the quality of the TDS reduction.

PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Perbedaan Ketebalan Media Filtrasi Arang Sekam Padi dan Pasir Silika Terhadap Penyisihan TDS Air PDAM Tuban” sebagai persyaratan menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Dr. Ir. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Dr. Ir. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Ir. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Noven Pramitasari S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk membimbing pengerjaan laporan tugas akhir.
5. Dr. Ir. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama dan Cantika Almas Fildzah, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan masukan terhadap penyusunan laporan tugas akhir.
6. Seluruh Dosen Teknik Lingkungan Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran yang bermanfaat.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan Universitas Jember angkatan 2019.

Penulis menyadari Tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan masih perlu adanya masukan dan saran dari berbagai pihak untuk menjadikannya lebih baik. Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat.

Jember, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Analisa Kualitas Air	4
2.1.1 Sumber Air Baku	4
2.1.2 Syarat Air Baku	5
2.2 Syarat Kualitas Air Minum.....	5
2.3 Filtrasi.....	6
2.4 Media Filter.....	8
2.4.1 Pasir Silika	9

2.4.2 Arang Sekam Padi	9
2.5 Analisis Statistik	10
2.6 Penelitian Terdahulu.....	11
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Jenis Penelitian	14
3.2 Waktu dan Tempat	14
3.3 Prosedur Penelitian	15
3.5 Tahapan Penelitian.....	16
3.5.1 Persiapan Penelitian.....	16
3.5.2 Pengambilan Sampel Air dan Pengujian Pendahuluan.....	17
3.5.3 Persiapan Alat dan Bahan	17
3.5.4 Pembuatan Reaktor Filtrasi.....	17
3.5.5 Perlakuan Sampel Air pada Reaktor Filtrasi.....	19
3.5.6 Pengambilan dan Pengujian Sampel Air	19
3.5.7 Analisis Data.....	20
3.5.8 Kesimpulan dan Saran	21
3.6 Variabel Penelitian	21
3.6.1 Variabel Terikat	22
3.6.2 Variabel Kontrol	22
3.6.3 Variabel Bebas	22
3.7 Rancangan Penelitian.....	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Analisis Kualitas Air Baku	24
4.2 Nilai TDS Air PDAM setelah Filtrasi	24
4.3 Efisiensi Penyisihan TDS Air PDAM	26
4.4 Analisis Statistik	27
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Minum	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian	23
Tabel 4. 2 Efisiensi Penyisihan TDS Waktu Kontak 1 Jam.....	26
Tabel 4. 3 Efisiensi Penyisihan TDS Waktu Kontak 2 Jam.....	27
Tabel 4. 4 Hasil Uji Regresi	28
Tabel 4. 5 Uji Anova TDS	30
Tabel 4. 6 Hasil Uji T-test.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pasir Silika.....	9
Gambar 2. 2 Arang Sekam Padi.....	10
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air PDAM Tuban.....	14
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3. 3 Kondisi Air PDAM Tuban	16
Gambar 3. 4 Persiapan Alat dan Bahan	17
Gambar 3. 5 Rancangan Reaktor Filtrasi	18
Gambar 3. 6 Susunan Reaktor Filtrasi	19
Gambar 3. 7 Reaktor Filtrasi.....	19
Gambar 3. 8 Pengambilan Sampel Air setelah Filtrasi	20
Gambar 4. 1 Penyisihan TDS Air PDAM Tuban setelah Proses Filtrasi.....	24
Gambar 4. 2 Uji Normalitas Regresi Linier	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Rancangan Penelitian.....	38
Lampiran 2. Analisis Statistik dengan Aplikasi R-Studio	43
Lampiran 3 Tabel Hasil Uji Laboratorium	46

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia yang sangat utama dan mendasar yang harus dipenuhi yaitu akses terhadap air. Wilayah pedesaan masih mengandalkan sumber air dari alam guna memenuhi kebutuhan manusia akan air bersih. Air pada dasarnya tidak pernah menurun jumlahnya, namun siklus air yang bergerak akibat adanya organisme hidup yang menyebabkan kualitas ataupun jumlah air di suatu wilayah turun atau naik (Kuesnaedi, 2010). Bakteri, suhu, kesadahan, TDS (*Total Dissolved Solids*) atau total padatan terlarut, dan faktor lainnya semuanya berdampak pada kualitas air. Parameter biologi, fisik, ataupun kimia yang tercantum dalam Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 dapat dipergunakan untuk menentukan kualitas air. Parameter fisik pada umumnya meliputi bau, rasa, warna, dan TDS, kemudian parameter biologi yaitu Coliform, sedangkan parameter kimia meliputi besi, kesadahan, klorida, mangan, natrium, nitrat, dan pH.

Kabupaten Tuban berlokasi di cekungan Jawa Timur bagian utara yang membujur dari barat ke timur. Zona Rembang yang dicirikan oleh endapan batuan karbonat juga perbukitan kapur merupakan sebagian besar wilayah dari Kabupaten Tuban (Pemkab, 2021). Sistematis penyediaan kebutuhan air Kabupaten Tuban yaitu terdapat pada PDAM Tuban Kecamatan Merakurak. Penyediaan air PDAM Tuban sebesar 49.372 sambungan yang bersumber dari air tanah maupun pengeboran sumur dengan pelayanan distribusi sebesar 12.387 m³/bulan (Data PDAM Tuban, 2022). Proses pengolahan yang dilakukan PDAM Tuban yaitu dengan pengaliran pipa transmisi menuju *ground reservoir* yang selanjutnya dialirkan ke pipa distribusi pelanggan. Berdasarkan pemeriksaan TDS pada sampel air pada PDAM Tuban menunjukkan hasil TDS sebesar 537 mg/l yang diuji oleh PDAM Tuban tahun 2022, yang masih melebihi baku mutu yang dimuat dalam Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010, dengan kadar maksimal TDS 500 mg/l.

Pencemar dalam air yang dikenal dengan TDS (*Total Dissolve Solid*) sering terdeteksi pada air yang diambil dari tanah dengan endapan garam mineral serta

kapur (Permenkes, 2017: 32). Batu ginjal, kerusakan jaringan otot, kulit kering yang tidak normal, pengendapan pada dinding pembuluh darah, serta tersumbatnya pembuluh darah juga empedu merupakan efek potensial dari air yang mengandung TDS (Fitriani, et al., 2013). Proses filtrasi dengan media arang sekam padi dan pasir silika merupakan salah satu cara untuk menurunkan kadar TDS. Metode filtrasi memurnikan air dengan menyingkirkan partikel koloid yang ada di dalamnya. Berdasarkan (Ningrum, 2020; Alwi, et al., 2017; Jasman, 2012; Istimewa, 2020), pasir silika serta arang sekam padi dapat dimanfaatkan dalam media filtrasi guna menurunkan kadar TDS. Menurut susunan kimianya, arang sekam padi sebagian besar terdiri atas bahan kimia yang mengandung hidroksil, seperti selulosa atau serat kasar, yang ditemukan di dinding sel sekam padi. Kadar TDS dapat diturunkan hingga 93,10% menggunakan arang sekam. Menurut Sari (2022), arang sekam sebagai adsorben pada partikel yang larut dalam air dan mempunyai daya serap terhadap polutan bahan organik pada sampel yang digunakan. Partikel yang terdapat pada air dapat disaring secara efektif menggunakan pasir silika. Pasir yang terbuat dari silika adalah campuran silikon dengan oksigen dengan kandungan silika sebesar 70%, pasir silika (SiO_2) dapat menurunkan nilai TDS sebesar 90% (Fitriani, dkk., 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi dasar dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Berapa efisiensi penyisihan TDS pada pengolahan air PDAM Tuban dengan menggunakan arang sekam padi dan pasir silika?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan media filtrasi arang sekam padi dan pasir silika terhadap penurunan TDS air PDAM Tuban?

1.3 Tujuan

Didasarkan pada rumusan masalah di atas, didapatkan tujuan pelaksanaan penelitian yakni.

1. Menentukan efisiensi penyisihan TDS air PDAM Tuban.
2. Menganalisis pengaruh variasi ketebalan media filtrasi arang sekam padi dan pasir silika sebagai media filtrasi terhadap penurunan TDS air PDAM Tuban.

1.4 Manfaat

Studi ini memiliki manfaat yakni menghasilkan suatu pengolahan dari hasil penurunan menggunakan media filtrasi, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dan pertimbangan oleh dinas terkait dalam pengolahan air bersih di PDAM Tuban.

1.5 Batasan Masalah

Peneliti membatasi beberapa permasalahan dalam studi ini yang meliputi :

1. Lokasi penelitian di PDAM Tuban dengan sampel air yang digunakan yaitu air tanah.
2. Media filtrasi yang digunakan spons, batu, pasir sungai, arang sekam padi, dan pasir silika.
3. Parameter yang dianalisis adalah TDS dengan menggunakan variasi ketebalan media.
4. Penelitian dilakukan dengan skala laboratorium.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Kualitas Air

Air yang memenuhi syarat mutu tertentu untuk air baku sebagai air minum meliputi air dari sumber air permukaan, cekungan air tanah, dan air hujan. Sungai, danau, sumur air dalam, mata air, serta air laut yang membendung, semuanya merupakan sumber air baku yang dianggap potensial (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2007:18).

2.1.1 Sumber Air Baku

Siklus hidrologi yaitu siklus yang pada dasarnya diikuti oleh semua sumber air. Siklus air dibantu oleh sinar matahari, yang menyebabkan air menguap dan menghasilkan uap air. Suhu yang lebih rendah dicapai oleh awan yang diangkut oleh angin yang lebih kuat, yang menyebabkan tetesan hujan jatuh ke tanah. Mata air adalah kumpulan air yang muncul dari permukaan tanah atau bumi setelah sebagian air hujan meresap ke dalam tanah.

Air tanah berfungsi sebagai sumber air baku untuk PDAM Tuban. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia (2004: 7), air tanah sebagai air yang berada di bawah lapisan batuan atau tanah. Air tanah mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan tanah. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi, meresap ke dalam tanah, dan kemudian melalui proses penyaringan alami merupakan sumber air tanah lainnya. Air tanah menjadi lebih baik dan lebih bersih berkat proses ini daripada air permukaan. Air tanah dibagi menjadi dua kategori berdasarkan kedalamannya: air tanah dangkal serta air tanah dalam yang disebut mata air.

a. Air Tanah Dangkal

Air diserap dari permukaan bumi, menghasilkan air tanah yang dangkal. Air tanah yang dangkal biasanya memiliki kedalaman tidak lebih dari 50 m.

b. Air Tanah Dalam atau Mata Air

Air tanah dalam mengalami tekanan sehingga naik ke permukaan tanah, maka mata air memiliki kualitas yang sangat baik jika dipergunakan sebagai air baku karena belum tercemar.

2.1.2 Syarat Air Baku

Kebutuhan air baku ditinjau dari segi kualitas, kuantitas, serta kontinuitas. Persyaratan kualitas menentukan standar air baku murni. Air baku harus memenuhi sejumlah kriteria, antara lain terkait rasa, bau, warna, suhu, serta konsentrasi partikel terlarut. Hal ini dimungkinkan karena mineral di dalam air secara alami berasal dari bebatuan dan tanah. Kandungan mineral tersebut dikatakan TDS (*Total Dissolve Solid*) (Permenkes, 2017: 32).

2.1.3 Zat Padat Terlarut (*Total Dissolve Solid*)

Jumlah zat yang larut dalam air dikenal sebagai total padatan terlarut (TDS). Zat yang dimaksud berupa kalsium, magnesium, karbonat, bikarbonat, klorida, sulfat, fosfat, nitrat, senyawa koloid, serta zat lainnya. TDS yakni campuran zat organik, anorganik, dan sebagainya yang terlarut. TDS yang mewakili kuantitas ion pada air dapat dijadikan sebagai tolok ukur kualitas air minum (Cahyani, et al., 2016). Mengingat air PDAM masih memiliki TDS yang relatif tinggi, maka TDS masih belum melebihi baku mutu, demikian temuan uji laboratorium PDAM Tuban. Air dengan kandungan TDS tidak boleh dikonsumsi karena proses pemanasan tidak menghilangkan mineralnya.

2.2 Syarat Kualitas Air Minum

Air minum didefinisikan oleh Permenkes RI (2010: 492) sebagai air yang telah mengalami pengolahan atau belum mengalami pengolahan tetapi masih memenuhi standar kesehatan. Pemantauan kualitas air minum baik secara internal maupun eksternal dilakukan untuk mengetahui seberapa baik pasokan air minum bagi masyarakat dapat terjaga. Air minum harus memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologi, kimia, serta radiologi pada parameter wajib juga parameter tambahan agar dianggap aman untuk dikonsumsi manusia.

Tabel 2.1 Standar Kualitas Air Minum

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6,5 - 8,5
TDS	mg/l	500
Kekeruhan	NTU	5

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Salinitas	mg/l	0
Besi	mg/l	0,3
Mangan	mg/l	0,4
Kesadahan	mg/l	500

Sumber : PERMENKES RI No. 492/MENKES/Per/IV/2010

2.3 Filtrasi

Proses penyaringan sangat penting dalam mengubah air kotor menjadi air minum yang layak untuk digunakan sehari-hari. Filtrasi merupakan metode pemisahan air atau padatan. Prosedur penyaringan langsung digunakan untuk mengolah air minum. Filtrasi juga dapat dilakukan untuk proses menghilangkan padatan tersuspensi dan koloid sebanyak mungkin menggunakan media berpori untuk memisahkan padatan dari cairannya, baik cair maupun gas, yang juga membawanya (Mentarianata, 2006). Penyaringan ini merupakan salah satu operasi yang penting dalam proses pemurnian air. Mekanisme dalam penyaringan air terdiri atas beberapa macam, pemilihan tersebut didasarkan pada kualitas sumber air, biaya dan hasil dari kualitas air. Mekanisme tersebut sebagai berikut.

1. Aktivitas Kimia

Proses larutan pengotor dipecah menjadi zat yang lebih sederhana, dimana terjadi proses oksidasi, seperti besi yang terlarut bereaksi dengan oksigen dan kandungan bikarbonat yang terdapat dalam air menjadi feri oxide hydrate tidak terlarut dengan reaksi sebagai berikut (Huisman, 1979).



2. Aktivitas Biologi

Mekanisme terjadi akbita dari aktivitas mikroorganisme yang hidup di atas dan di dalam lapisan filter. Mikroorganisme secara selektif berkembang biak dengan memanfaatkan bahan organik dan anorganik yang mengendap di butiran media sebagai sumber makanan, sebagian makanan untuk proses hidupnya dan sebagian lagi digunakan untuk pertumbuhannya (Huisman, 1979).

3. Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan partikel tersuspensi yang memiliki ukuran lebih halus daripada pori pada permukaan butiran. Mekanisme ini bergantung pada kepadatan, suhu, diameter, kecepatan pengendapan, ukuran partikel, dan kecepatan filtrasi. Filtrasi dengan sedimentasi apabila dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan berkurangnya ukuran efektif pori-pori, kecepatan air dalam proses filtrasi berkurang dan akan terjadi pengendapan (Cescon and Jiang, 2020).

4. *Intercept*

Mekanisme tersebut terjadi apabila partikel berada dalam jarak yang sama dengan radius pada permukaan partikel. Mekanisme ini bergantung pada ukuran diameter (Cescon and Jiang, 2020).

5. *Diffusion*

Difusi disebabkan oleh energi panas fluida yang dialirkan pada partikel, dimana akan berdampak pada permukaan butiran dan partikel lainnya. Ukuran difusi yang efisien sebesar 1 μm , karena tidak membatasi partikel, semakin kecil ukuran partikel, maka akan semakin signifikan (Cescon and Jiang, 2020).

6. Flokulasi

Flokulasi merupakan mekanisme dalam meningkatkan penyaringan air yang bergantung pada partikel yang memiliki ukuran kecil. Filtrasi dengan mekanisme tersebut bekerja secara bersamaan (Cescon and Jiang, 2020).

7. *Straining*

Mekanisme *straining* yaitu dengan penyaringan zat padat berukuran besar yang bertujuan agar dapat lolos melewati media berpori yang terjadi pada permukaan media filter. Proses ini tidak bergantung pada kecepatan filtrasi. *Clogging* dapat terjadi pada unit filter yang akan mengakibatkan berkurangnya porositas media, sehingga dengan bertambahnya waktu akan menyebabkan *headloss* pada filter (Huisman, 1979).

8. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penghilang zat pengotor organik dan anorganik yang tidak teradsorpsi dalam air karena adanya gaya tarik menarik antar partikel pengotor dengan butiran media. Proses adsorpsi dapat terjadi karena pasir kwarsa secara netral memiliki muatan negatif, sehingga dapat menarik partikel yang bermuatan positif meliputi kristal karbonat, flok dari besi dan aluminium, kation-kation dari besi, dan mangan. Adsorpsi memiliki peran penting dalam proses filtrasi, karena mampu menghilangkan partikel yang lebih kecil daripada partikel tersuspensi (partikel koloid dan partikel pengotor terlarut lainnya). Kemampuan adsorpsi terjadi pada jarak yang sangat pendek, tidak lebih dari 0,01 - 1 mm dari permukaan media (Huisman, 1979).

SNI: 3981 (2008), menyatakan bahwa media pasir akan dipergunakan untuk penyaringan partikel berukuran besar, dimana proses penyaringan tersebut dipengaruhi oleh ukuran dan kemampuan daya saringnya. Ketebalan media juga akan berdampak pada seberapa cepat media mengalir dan seberapa baik filternya. Ukuran butiran media yang semakin kecil dalam proses menyaring air akan semakin baik. Ukuran pasir silika yang digunakan penelitian ini sebesar 40-60 mesh. Berdasarkan Ningrum (2020), pasir silika dengan ukuran tersebut dapat menurunkan TDS hingga mencapai 80%.

2.4 Media Filter

Media arang sekam padi akan menyaring kuman dan kandungan logam dalam air, sedangkan proses penyaringan dengan ukuran partikel yang cukup besar akan tersaring oleh media pasir. Porositas pada media filter dipengaruhi oleh diameter butir, dimana semakin kecil ukuran pasir, maka semakin baik hasil penyaringannya. Tebal media juga akan mempengaruhi waktu aliran dan besar daya saring. Pasir yang akan digunakan dalam proses penyaringan harus bersih tidak bercampur dengan kotoran. Media filter dipisahkan menjadi tiga kategori (media tunggal, media ganda, dan multimedia), tergantung pada seberapa banyak dan jenis media apa yang digunakan. Penggunaan jenis media filter tunggal, seperti pasir atau antrasit, disebut sebagai media tunggal. Media ganda mengacu pada penggunaan

dua media filter, seperti pasir dan arang sekam padi dalam reaktor filter, atau pasir dan antrasit.

2.4.1 Pasir Silika

Kuarsa mineral yang memiliki kekerasan 7 skala Mohs, densitas 2,65, dan titik leleh 1,715°C, ditemukan dalam pasir silika (SiO_2). Penyaring lumpur dan kontaminan lainnya efektif menggunakan pasir silika. Nama lain dari pasir silika yakni pasir kuarsa dan pasir putih. Menurut Kusnaedi (2010), bahwasanya pelapukan batuan dengan komposisi mineral primer menyebabkan pelapukan pasir silika. Pasir dengan kandungan kuarsa lebih dari atau sama dengan 90,8% merupakan bahan yang ideal untuk penyaringan. Pasir harus bersih dan terpisah dari kotoran atau tanah sebelum digunakan, dan juga harus dibersihkan dengan baik (Fitriani, et al., 2013).



Gambar 2. 1 Pasir Silika

2.4.2 Arang Sekam Padi

Arang sekam padi seringkali dimanfaatkan sebagai bahan produksi briket. Arang sekam padi sebagai filter alami karena mengandung 16,98% silika dan 1,33% karbon (arang), sesuai susunan kimiawinya sekam padi sebagian besar terdiri atas bahan kimia yang mengandung hidroksil, seperti selulosa atau serat kasar, yang ditemukan di dinding sel sekam padi.. Sekam padi juga murah dan mudah ditemukan serta ramah lingkungan. Bahan baku arang aktif antara lain batok kelapa, kayu, dan sekam padi.



Gambar 2. 2 Arang Sekam Padi

2.5 Analisis Statistik

Analisis statistik penelitian menggunakan beberapa uji diantaranya uji regresi linier, uji anova dan uji T-test. Analisis pada setiap uji memiliki fungsi masing-masing. Uji regresi linier digunakan untuk mengetahui apakah data tersebut telah terdistribusi normal atau tidak. Perhitungan uji regresi linier dapat dilihat pada persamaan 2.1.

$$y = c + m.x_1 + m.x_2 + \dots \text{dst.} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

y = variabel terikat

c = *intercept*

m = slop/gradien

x₁, x₂, x₃...dst = prediktor variabel (variabel bebas)

Uji anova dilakukan berfungsi untuk mengetahui perbandingan sebuah data signifikan atau tidak dengan batas signifikan 95%. Batas signifikan (*p-value*) merupakan besarnya peluang yang diamati dari analisis statistik. Kesalahan maksimal yang ditentukan untuk dijadikan patokan disebut dengan alpha. Alpha menunjukkan besaran nilai ekstrim suatu data ideal, sehingga menunjukkan adanya perbedaan dengan data lain (H_0 ditolak atau H_0 diterima). H_0 ditolak menandakan bahwa penurunan TDS terhadap jenis reaktor dan waktu kontak berpengaruh secara signifikan. H_0 diterima berarti tidak berpengaruh secara signifikan penurunan TDS terhadap jenis reaktor dan waktu kontak. Nilai alpha yang dipakai 0,05 atau 5% karena data yang dipakai yaitu data hasil laboratorium yang sulit dijaga kondisi

penelitian sedemikian idealnya. Uji T-test digunakan untuk mengetahui perbandingan berulang terhadap setiap reaktor. Hasil perhitungan ditampilkan dan dirinci pada tabel serta grafik guna mempermudah proses analisa deskriptif.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yakni studi yang dilakukan oleh peneliti di tahun-tahun sebelumnya yang memiliki relevansi dengan tema studi yang dijalankan sehingga mampu dijadikan sebagai referensi dan dasar untuk melaksanakan penelitian. Penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai perbandingan antara penelitian terdahulu dan yang akan dilaksanakan. Penelitian terdahulu disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis & Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1.	(Mentarian ata, 2006)	Studi ini bertujuan guna mengevaluasi kinerja abu sekam padi sebagai biofilter kapur dalam air sumur gali.	Penelitian eksperimen dengan pendekatan “ <i>One Group PreTest PostTest</i> ”. Studi ini menguji tingkat efektivitas arang sekam padi guna mengurangi kadar kapur pada air sumur gali.	Besi efektif pada ketebalan 80 cm yaitu 99,52% dan 99,99% dengan nilai awal 1,8436 mg/l menjadi 0,0085 mg/l dan 0,0001 mg/l menurun dengan komposisi media kerikil, ijuk, dan arang sekam padi dengan perbandingan tebal media 70 cm, sejajar, dan 80 cm.
2.	Ningrum, S.V., (2020)	Mengetahui cara memasukkan media filter arang sekam padi-pasir silika ke dalam reaktor filter untuk meningkatkan	Metode kuantitatif pengumpulan data dengan instrumen eksperimental menggunakan media filter pasir silika dan arang sekam padi dengan teknik pengambilan	Dengan penurunan yang signifikan pada parameter kekeruhan 88,17%, warna 69,01%, TDS 99,46%, pH 3,70%, besi 76,40%, dan kesadahan 94,95%, pengaturan media filter arang sekam

No	Nama Penulis & Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
		kualitas air Memahami seberapa baik reaktor filter mengurangi kekeruhan, TDS, warna, kekerasan, dan besi yang dihasilkan.	sampel <i>Grab Sampling</i> .	padi-pasir silika lebih efektif untuk meningkatkan kualitas air di reaktor filter.
3.	Istimewa, M.C.N., Sudiro, dan Hendrianti, (2020)	Studi ini bertujuan guna menentukan efisiensi filtrasi dalam menurunkan kadar kekeruhan dan TDS Kali Lamong.	Metode yang digunakan dengan eksperimental menggunakan metode <i>up-flow</i> skala laboratorium untuk menentukan efisiensi filtrasi dalam menurunkan kadar kekeruhan dan kadar TDS.	Persentase penurunan TDS dan kekeruhan tertinggi terdapat pada reaktor 2 dengan nilai kekeruhan awal 4,81 NTU berubah 1,09 NTU, dan persentase penurunan TDS tertinggi terdapat pada reaktor 3 dengan nilai TDS awal 436 mg/l menjadi 348 mg /l. Hasil ini dicapai dengan menggunakan reaktor filtrasi aliran atas menggunakan kerikil, pasir silika, dan zeolit.
4.	Artidarma, B.S., L. Fitria, dan H. Sutrisno, (2021)	Mencari tau perbandingan keberhasilan media pasir dalam meningkatkan kualitas air menjadi tujuan dari studi ini.	Metodologi penelitian aliran bawah diterapkan untuk membandingkan keberhasilan media pasir dalam meningkatkan kualitas air.	Pengolahan dengan media pasir silika dan pasir pantai mampu menurunkan parameter TDS menjadi 90,5 mg/l dengan nilai TDS awal sebesar 122,4 mg/l, nilai

No	Nama Penulis & Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
5.	Kaslum, L. dkk., (2019)	Tujuannya adalah untuk mengevaluasi dan membandingkan output pengolahan air pada penurunan TDS, Fe, serta kandungan organik relatif terhadap standar kualitas air.	Metode ekeperimen menggunakan media filtrasi bertingkat dengan perbedaan laju air yang media reaktor filter berupa zeolit, pasir silika dan arang sekam padi.	<p>konsentrasi awal 35,2 NTU dapat menurunkan 1,21 NTU, zat organik 24,15%, 37,86% dengan nilai awal yaitu 102,7 mg/l, persentase Fe sebesar 100% dari 0,77 mg/l menjadi 0,11 mg/l, dan total coliform senilai 77,77%.</p> <p>Sistem filtrasi bertingkat efektif dalam menurunkan kadar TDS, Fe dan zat organik pada laju alir optimum awal sebesar 33 ml/detik turun hingga 1,2 mg/l dengan efisiensi penurunan akhir senilai 78,76%.</p>

BAB 3 METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menurunkan kadar TDS air PDAM Tuban dengan media filter (arang sekam padi dan pasir silika). Penelitian yang digunakan berdasarkan pada data primer dari PDAM. Metode pelaksanaan dilakukan untuk mengetahui kegiatan yang dilakukan sebelum penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian menggunakan metode eksperimental. Jenis media filter serta ketebalan media pasir silika juga arang sekam dipelajari secara eksperimental pada skala laboratorium. Penelitian dilakukan dengan merumuskan ide penelitian, analisis laboratorium, analisis data hasil penelitian serta penarikan kesimpulan dan saran.

3.2 Waktu dan Tempat

Waktu studi dijalankan dalam kurun waktu 3 bulan kalender yakni dimulai pada bulan Oktober hingga bulan Desember tahun 2022. Lokasi pengambilan sampel air yakni di PDAM Tuban, Kecamatan Merakurak, Kabupaten Tuban (Gambar 3.1). Sampel air yang diambil yaitu dari air sumur PDAM. Lokasi uji laboratorium sampel air diujikan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Tuban tepatnya di Jl. Veteran, Sendang Harjo, Kutorejo, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban, Jawa Timur.

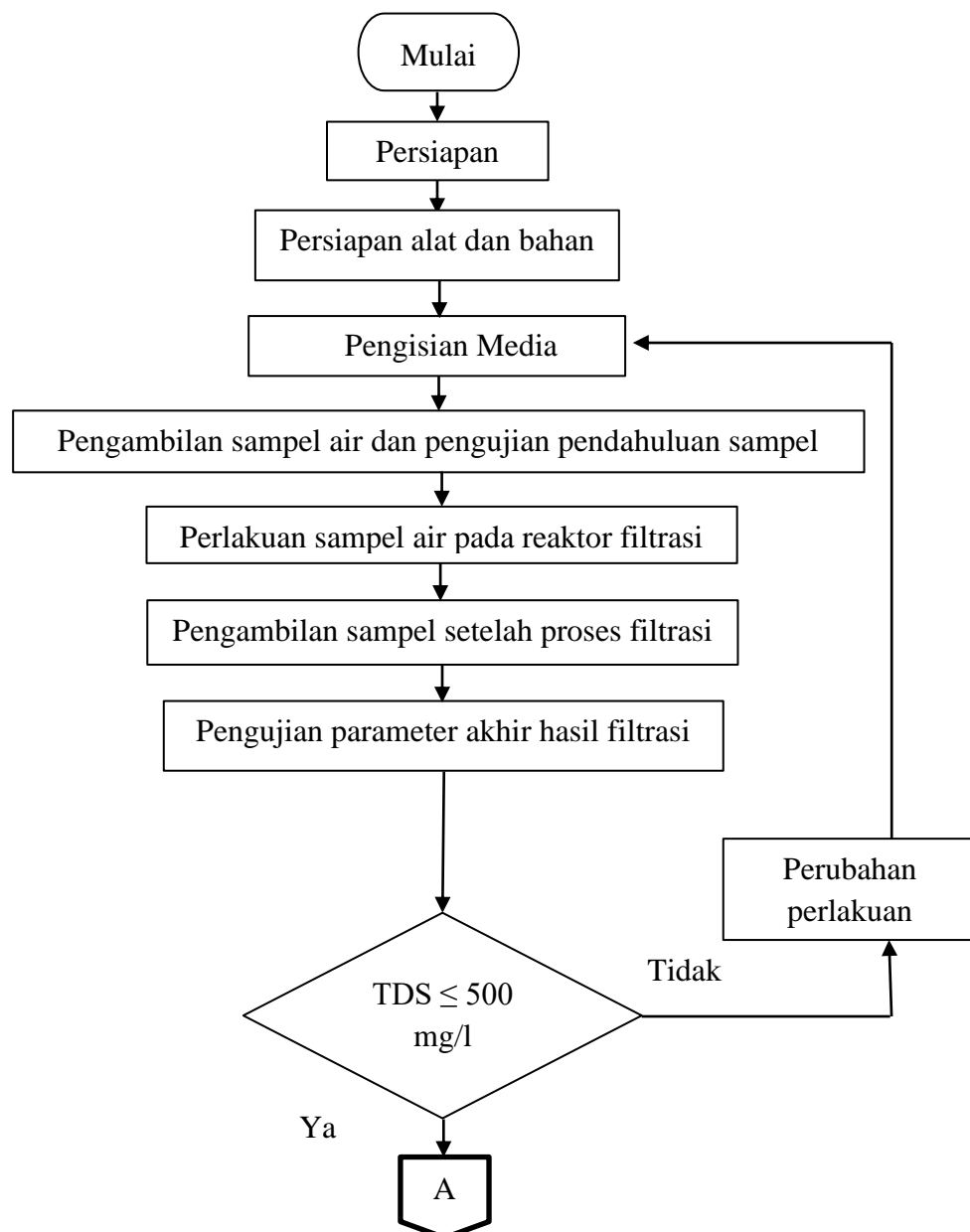


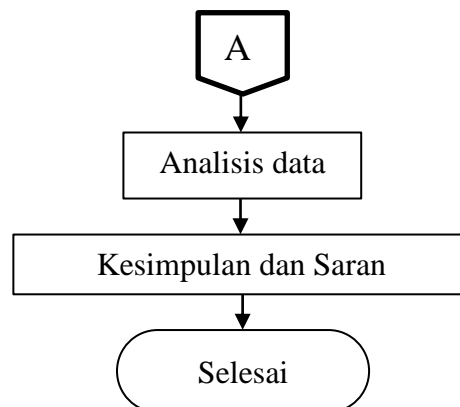
Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Air PDAM Tuban

(Sumber : *Google Earth*, 2022)

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dibentuk bertujuan untuk gambaran awal tahap perencanaan yang dapat memudahkan dalam sebuah penelitian. Prosedur penelitian penting dilakukan untuk mengetahui hal yang berkaitan dengan perancangan dan pedoman awal dalam pelaksanaan penelitian. Diagram alir penelitian terdapat pada Gambar 3.2.





Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dan disusun dengan tujuan untuk mempersiapkan pelaksanaan penelitian awal hingga akhir. Identifikasi lokasi subjek, khususnya air dari PDAM Tuban, yaitu langkah awal pada proses meneliti untuk studi ini. Berikut ini merupakan tindakan yang dilakukan selama perencanaan ini.

3.5.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian penting dilakukan agar tidak ada yang tertinggal pada saat penelitian dilakukan. Persiapan yang perlu dilakukan yaitu mempersiapkan data-data dan informasi mengenai topik permasalahan yang dikaji dengan diperkuat informasi dari literatur yang menjadi acuan yang relevan dalam pelaksanaan penelitian. Persiapan yang lain yaitu dengan melakukan pengamatan langsung kondisi air PDAM di Kabupaten Tuban. Kondisi air PDAM disajikan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Kondisi Air PDAM Tuban

3.5.2 Pengambilan Sampel Air dan Pengujian Pendahuluan

Tahapan ini dilaksanakan sebelum uji pendahuluan. Pengambilan sampel air dilakukan di PDAM Tuban, tepatnya di Kecamatan Merakurak. Uji pendahuluan di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tuban bertujuan untuk mengetahui nilai awal parameter sebelum dilakukannya perlakuan atau pengujian filtrasi. Uji pendahuluan yang telah selesai selanjutnya dilakukan persiapan alat dan bahan untuk membuat reaktor filtrasi.

3.5.3 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dilakukan guna mempersiapkan kebutuhan sebelum melakukan penelitian. Alat serta bahan yang diperlukan untuk studi ini meliputi wadah plastik ukuran 10 liter, pipa, tutup pipa, kran 0,5 inci, sampel air TDS, spons, batu, pasir sungai, arang sekam padi, pasir silika 40-60 mesh, dan lem pipa. Alat serta bahan dipilih disesuaikan berdasar pada kebutuhan studi. Alat bahan yang sudah tersedia akan digunakan sebagai awal pembuatan reaktor. Persiapan alat dan bahan ditunjukkan dalam Gambar 3.4.

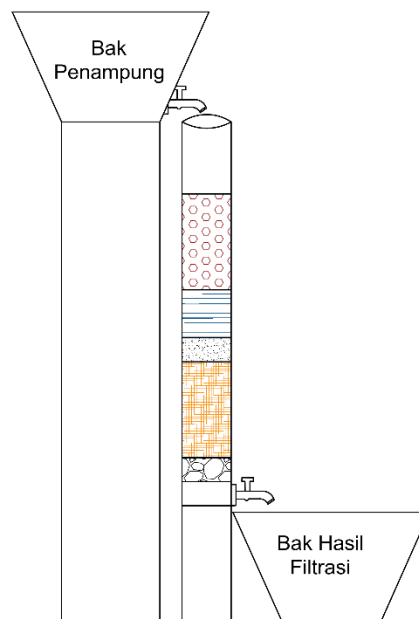


Gambar 3. 4 Persiapan Alat dan Bahan

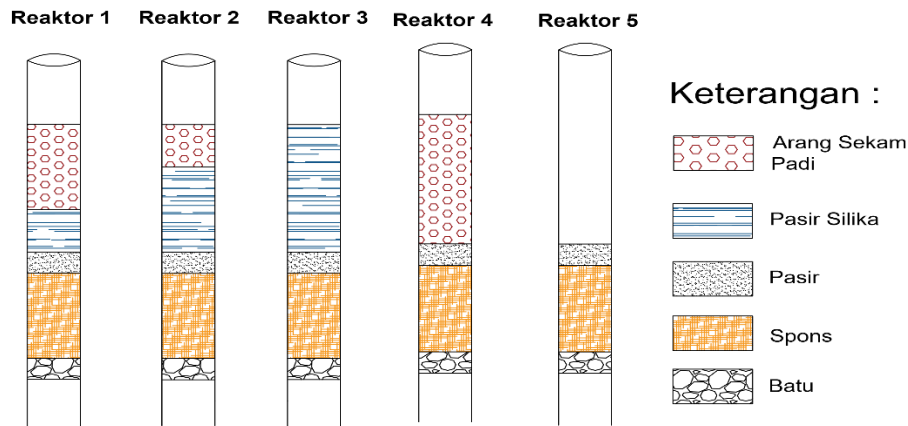
3.5.4 Pembuatan Reaktor Filtrasi

Penelitian dilakukan pada empat reaktor dan tinggi media yang berbeda. Penggunaan 4 reaktor bertujuan untuk mempersingkat waktu penelitian. Debit yang akan dikeluarkan pada penampungan air awal yaitu sebesar 0,04 liter/menit. Debit dihitung dengan menggunakan *stopwatch* dan mengatur besar kecilnya bukaan kran. Cara menghitung waktu yang digunakan dalam menampung air yaitu dengan wadah ukuran 1,5 liter dengan debit 0,04 liter/menit menghasilkan waktu 37 menit. Peletakan media dimulai dari bawah sesuai ketinggian media yang sudah

ditentukan. Pemilihan penyusunan media filter dengan arang sekam padi yang terletak pada bagian atas, berdasarkan penelitian Ningrum (2020), peletakan arang sekam padi pada bagian paling atas memiliki pengaruh yang besar terhadap penyisihan TDS, karena arang sekam padi sebagai adsorben pada partikel yang larut dalam air dan mempunyai daya serap terhadap polutan bahan organik pada sampel yang digunakan. Pasir silika diletakkan pada posisi kedua dikarenakan pasir memiliki pori-pori kecil yang dapat menyebabkan celah antara butiran menjadi rapat, sehingga kecepatan penyaringan semakin lambat dan menghasilkan kualitas filtrasi yang semakin baik, namun jika pasir silika diletakkan pada posisi bawah akan memungkinkan butiran pasir yang lebih halus akan bercampur dengan air hasil proses filtrasi, sehingga penyaringan tidak akan bekerja secara maksimal (Endahwati, 2009). Ukuran dari filter yaitu tinggi 60 cm, panjang 10 cm serta lebar 10 cm yang didesain seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Rancangan Reaktor Filtrasi



Gambar 3. 6 Susunan Reaktor Filtrasi

Arah aliran yang dilakukan yaitu menggunakan aliran *downflow*. Pemilihan arah aliran berdasarkan penelitian yang dilakukan Ningrum (2020), dalam penelitiannya menggunakan aliran *downflow* yaitu penurunan sebesar 99,31%. Reaktor filtrasi disajikan dalam Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Reaktor Filtrasi

3.5.5 Perlakuan Sampel Air pada Reaktor Filtrasi

Perlakuan sampel air yang dilakukan dengan pengambilan air dengan menggunakan wadah yang memiliki volume 5 liter untuk setiap reaktor. Air yang keluar dari pipa yang melalui kran diatur debitnya sehingga menghasilkan debit sebesar 0,04 liter/menit. Air yang telah melalui proses filtrasi keluar menuju bak hasil filtrasi. Perlakuan sampel air pada reaktor filtrasi dilakukan berdasarkan variabel yang telah ditentukan.

3.5.6 Pengambilan dan Pengujian Sampel Air

Pengambilan serta pengujian dijalankan dengan waktu kontak yang berbeda, yaitu 1 jam dan 2 jam yang diambil pada masing-masing reaktor.

Berdasarkan Asip (2008), waktu kontak dapat berpengaruh terhadap kinerja dan daya serap. Waktu kontak 2 jam merupakan waktu kontak yang maksimum dalam efektivitas penyerapan air PDAM yang memiliki skala besar, apabila terlalu lama waktu kontak yang digunakan, maka proses tersebut akan berpengaruh pada proses filtrasi. Pengaruh tersebut yaitu adanya titik jenuh yang mengakibatkan semakin lama waktunya, hasil dari proses tersebut tidak akan semakin baik dan bisa menjadikan kadar TDS lebih tinggi (Punmia, 1979). Penelitian dengan menggunakan waktu kontak 1 jam dan 2 jam dalam penelitian ini sudah menurunkan TDS hingga memenuhi baku mutu. Pengambilan sampel air dilakukan dengan secara bergantian. Pengujian parameter dilakukan di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tuban. Pengambilan sampel hasil filtrasi disajikan dalam Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Pengambilan Sampel Air setelah Filtrasi

3.5.7 Analisis Data

Analisis data yakni melakukan analisa seluruh data yang didapatkan dari beberapa perlakuan hasil eksperimen. Analisis data yang dimanfaatkan pada studi ini terdapat beberapa perlakuan yaitu analisis efektivitas penurunan TDS dengan membandingkan hasil uji laboratorium terhadap variasi susunan media arang sekam padi dan pasir silika. Sampel data yang didapat sebanyak 35 sampel air yang dihitung dengan persamaan 3.1.

$$EP\ TDS = \frac{C\ (in) - C\ (out)}{C\ (in)} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

EP = Efisiensi Penyisihan

C (in) = nilai air baku sebelum adanya perlakuan

C (out) = nilai air baku setelah proses filtrasi

Pengolahan data juga dilakukan dengan uji regresi linier, uji anova dan uji T-test. Uji regresi linier digunakan guna memahami apabila data tersebut telah terdistribusi normal atau sebaliknya. Perhitungan uji regresi linier dapat dilihat pada persamaan 3.2.

$$y = c + m.x1 + m.x2 + \dots \text{dst.} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

y = variabel terikat

c = *intercept*

m = slop/gradien

x1, x2, x3...dst = prediktor variabel (variabel bebas)

Uji anova dilakukan berfugsi untuk mengetahui perbandingan sebuah data signifikan atau tidak dengan batas signifikan 95% ($\alpha = 0,05$). Uji T-test digunakan untuk mengetahui perbandingan berulang terhadap setiap reaktor. Hasil perhitungan tersaji pada table serta grafik guna mempermudah analisa deskriptif.

3.5.8 Kesimpulan dan Saran

Hasil dari analisis data dan perhitungan selanjutnya dilakukan penyimpulan pembahasan dan saran untuk penelitian selanjutnya. Kesimpulan dan saran sangat diperlukan untuk menjawab rumusan masalah dalam sebuah penelitian. Kesimpulan dan saran diharapkan bisa menjadi pandangan dinas terkait maupun masyarakat sekitar dalam penyelesaian sebuah masalah.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu perencanaan atau objek penelitian yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti bertujuan untuk dipelajari dan selanjutnya ditarik kesimpulan. Variabel yang diambil dalam penelitian ini untuk menurunkan kadar TDS air PDAM. Tiga variabel tersebut yaitu variabel terikat, variabel kontrol, dan variabel bebas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

3.6.1 Variabel Terikat

Variabel dependen adalah nama lain untuk variabel terikat. Variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen dikenal sebagai variabel dependen (variabel yang terpengaruh). Nilai TDS merupakan variabel terikat dalam studi ini dengan media arang sekam padi dan pasir silika.

3.6.2 Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada studi ini yakni volume air yaitu 5 liter dengan tinggi media utama dan jenis media yang akan digunakan. Tinggi media spons (20 cm), batu (5 cm), pasir sungai (5 cm). Penggunaan batu pada susunan media berdasarkan penelitian yang dilakukan Fitriani, dkk. (2013) dan Husaini (2020), bahwa batu digunakan sebagai media penyangga yang dimanfaatkan sebagai bahan filtrasi, sedangkan spons digunakan sebagai pemisah antar media filter, dan pasir sungai sebagai penyaring agar lebih efektif karena pasir memiliki ukuran butiran bebas yang berdegradasi.

3.6.3 Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi variabel lainnya. Variabel bebas dalam studi ini yakni perbedaan perlakuan variasi ketebalan dan waktu kontak dengan menggunakan media arang sekam padi dan pasir silika dalam meremoval kadar TDS. Perbedaan ketebalan dengan menggunakan tinggi media arang sekam padi dan pasir silika dengan tinggi 10 cm pasir silika dan 20 cm arang sekam padi (T1), tinggi 20 cm pasir silika dan 10 cm arang sekam padi (T2), tinggi 30 cm pasir silika (T3), dan tinggi 30 cm arang sekam padi (T4), sedangkan perbedaan perlakuan waktu kontak yaitu 1 jam (H1) dan 2 jam (H2) (Husaini, dkk., 2020 & Handayani, dkk., 2013). Pemilihan media filter menggunakan arang sekam padi dan pasir silika dikarenakan arang sekam padi memiliki adsorben yang banyak, sehingga diperoleh kapasitas adsorpsi yang maksimum (Aisyahlika, 2018). Pasir silika dipilih sebagai media filter dikarenakan pasir silika memiliki celah yang rapat dan daya serap yang tinggi dalam proses filtrasi (Endahwati, 2009).

3.7 Rancangan Penelitian

Rancangan studi yang dijalankan memanfaatkan media arang sekam serta pasir silika :

1. Variabel 1 dengan menggunakan media pasir silika dan arang sekam padi 10 cm : 20 cm.
2. Variabel 2 dengan media pasir silika dan arang sekam padi 20 cm : 10 cm.
3. Variabel 3 dengan tinggi media pasir silika 30 cm.
4. Variabel 4 dengan tinggi media arang sekam padi 30 cm.

Penelitian dilakukan dengan 3 kali pengulangan dengan sampel air akhir yang sebanyak 35 sampel. Tabel rancangan studi disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian

Tinggi Media (T)	Pasir Silika : Arang Sekam Padi		Pasir Silika	Arang Sekam Padi	Reaktor Kontrol
Waktu Kontak (H)	10 cm : 20 cm (T1)	20 cm : 10 cm (T2)	30 cm (T3)	30 cm (T4)	T5
1 Jam (H1)	T1H1 ₁	T2H1 ₁	T3H1 ₁	T4H1 ₁	T5H1 ₁
2 jam (H2)	T1H2 ₁	T2H2 ₁	T3H2 ₁	T4H2 ₁	T5H2 ₁

H = Waktu kontak

T = Tinggi media

T1 = Reaktor 1

T2 = Reaktor 2

T3 = Reaktor 3

T4 = Reaktor 4

T5 = Reaktor kontrol

T1H1 = Sampel hasil perlakuan

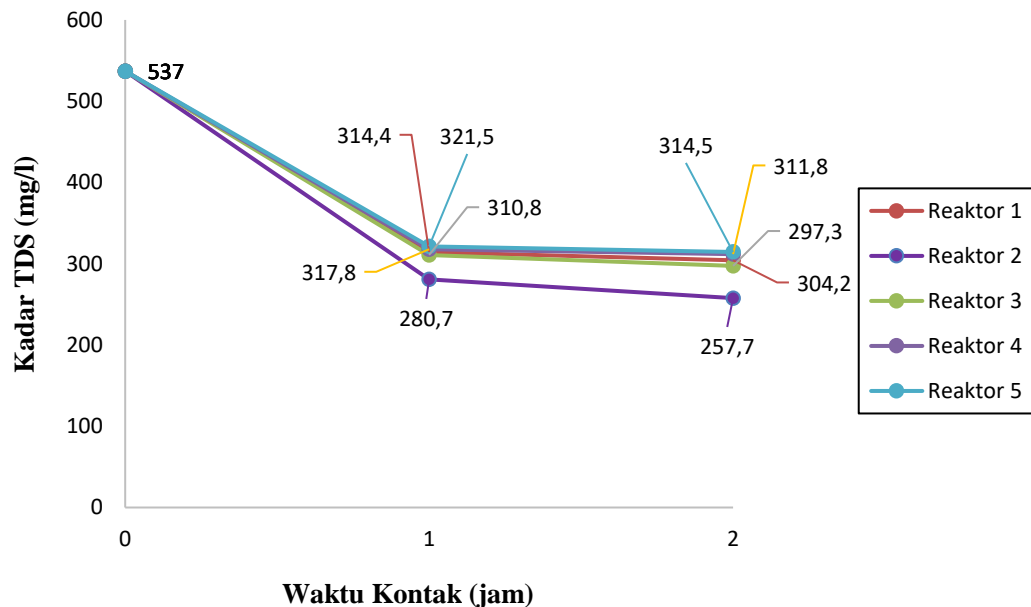
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kualitas Air Baku

Analisis kualitas air baku dilakukan melalui pengambilan sampel air awal yang selanjutnya diuji di laboratorium, sebelum dilakukan proses filtrasi. filtrasi dilakukan di 5 reaktor dengan media filter yang sudah ditentukan. Penelitian dilakukan di Kabupaten Tuban. Sampel air yang diambil diuji di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tuban. Pengujian laboratorium dilakukan dengan metode sesuai SNI 6989.27:2019. Hasil uji pendahuluan kualitas TDS berdasarkan hasil laboratorium Dinas Lingkungan Hidup sebesar 537 mg/l. Hal itu kualitas air PDAM Kecamatan Merakurak masih melebihi baku mutu disesuaikan pada Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 yakni 500 mg/l.

4.2 Nilai TDS Air PDAM setelah Filtrasi

Hasil uji TDS untuk air baku (kadar TDS) masih di atas ketentuan baku mutu. Pemeriksaan kualitas setelah proses penyaringan mengalami penurunan secara signifikan. Penyisihan TDS setelah proses filtrasi terdapat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Penyisihan TDS Air PDAM Tuban setelah Proses Filtrasi

Berdasarkan Gambar 4.1 proses filtrasi dengan menggunakan media kombinasi (arang sekam padi-pasir silika) menurunkan lebih tinggi TDS daripada reaktor yang hanya memiliki 1 media filter, bahkan hanya menggunakan reaktor kontrol. Faktor lain yang dapat mempengaruhi penurunan TDS diantaranya dari pengawetan sampel, proses sampling atau fluktuasi akibat dari aliran yang berkelanjutan. Penyisihan nilai TDS pada reaktor 2 menggunakan media arang sekam padi yang memiliki ketebalan 10 cm dan pasir silika dengan ketebalan 20 cm. Hal ini memperlihatkan bahwasanya ketebalan media filtrasi memiliki pengaruh atas turunnya kadar TDS. Pasir silika memiliki peran besar dalam proses penurunan kadar TDS sedangkan arang sekam padi memiliki peran kecil, karena pori-pori yang terdapat pada arang sekam padi lebih kecil dan ukuran bulir pada arang sekam padi lebih besar daripada pasir silika.

Penurunan kadar TDS tersebut dipengaruhi karena adanya perbedaan ketebalan jenis media dan waktu kontak dalam proses filtrasi. Berdasarkan hasil tersebut dilihat bahwa ketebalan media dan waktu kontak mampu menurunkan kadar TDS hingga memenuhi baku mutu sebagaimana ditetapkan dalam Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Penyisihan rata-rata yang kecil terdapat pada reaktor 5 dengan nilai sebesar 321,5 mg/l dalam waktu kontak 1 jam dan 314,5 mg/l dalam waktu kontak 2 jam. Hal ini dikarenakan media penyaringan yang digunakan hanya kerikil, spons, dan pasir sungai. Penyisihan TDS yang bernilai tinggi terdapat pada reaktor 2 dengan rata-rata penyisihan 280,7 mg/l pada waktu kontak 1 jam dan 257,7 mg/l pada waktu kontak 2 jam. Ketebalan pasir silika yang digunakan pada studi ini yakni pasir silika berukuran 40-60 mesh. Pasir silika dengan ukuran tersebut dapat menurunkan TDS dengan rata-rata sebesar 280,7 – 321,5 mg/l pada waktu kontak 1 jam, dan rata-rata sebesar 257,7 – 314,5 mg/l pada waktu kontak 2 jam. Perbedaan ukuran bulir media dan waktu kontak menyebabkan celah antara butiran rapat dan kecepatan penyaringan semakin lambat, sehingga menghasilkan kualitas filtrasi yang semakin baik, selain itu waktu kontak juga dapat mempengaruhi penyisihan TDS air PDAM. Waktu kontak 2 jam memiliki tingkat efisiensi yang tinggi daripada waktu kontak 1 jam, dimana dalam waktu kontak 2

jam partikel yang tertahan dalam media filtrasi (Endahwati, 2009 dan Asbahani, 2013).

4.3 Efisiensi Penyisihan TDS Air PDAM

Penelitian ini dijalankan selama waktu kontak yang tidak sama yakni 1 jam dan 2 jam. Kapasitas sampel air yang diambil dalam satu kali percobaan sebanyak 25 liter dengan 5 liter setiap reaktornya. Susunan media filter dalam penelitian ini yaitu arang sekam padi-pasir silika. Ketebalan media pada reaktor 1 yaitu 20 cm arang sekam padi, 10 cm pasir silika, 5 cm pasir sungai, 20 cm spons, dan 5 cm batu kerikil. Susunan pada reaktor 2 yaitu 10 cm arang sekam padi, 20 cm pasir silika, 5 cm pasir sungai, 20 cm spons, dan 5 cm batu kerikil. Ketebalan media pada reaktor 3 yaitu 30 cm pasir silika, 5 cm pasir sungai, 20 cm spons, dan 5 cm batu kerikil. Susunan media pada reaktor 4 yaitu 30 cm arang sekam padi, 5 cm pasir sungai, 20cm spons, dan 5 cm batu kerikil, sedangkan susunan pada reaktor 5 yaitu 5 cm pasir sungai, 20 cm spons dan 5 cm batu kerikil.

Efisiensi penyisihan TDS setelah dilakukan perlakuan filtrasi pada pengulangan ke satu, dua dan tiga pada waktu kontak 1 jam dapat menyisihkan TDS dengan rata-rata sebesar 41,45% pada reaktor 1, 47,72% pada reaktor 2, 42,12% pada reaktor 3, 40,81% pada reaktor 4, 40,14% pada reaktor 5. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dipahami bahwasanya di waktu kontak 1 jam yang terdapat pada reaktor 2 lebih efisien dengan rata-rata persentase sebesar 47,72%. Efisiensi penyisihan TDS waktu kontak 1 jam terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Efisiensi Penyisihan TDS Waktu Kontak 1 Jam

Waktu Kontak 1 Jam	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 5
Pengulangan 1	40,22%	40,97%	40,60%	40,35%	40,15%
Pengulangan 2	41,30%	46,93%	41,64%	41,12%	40,41%
Pengulangan 3	42,83%	55,27%	44,13%	40,97%	39,85%
Rata - rata	41,45%	47,72%	42,12%	40,81%	40,14%

Rata-rata persentase efisiensi penyisihan TDS waktu kontak 2 jam pada pengulangan 1,2, dan 3 adalah sebesar 43,35% pada reaktor 1, 52,02% pada reaktor 2, 44,63% pada reaktor 3, 41,94% pada reaktor 4, dan 41,44% pada reaktor 5.

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dipahami bahwasanya di waktu kontak 2 jam yang terdapat pada reaktor 2 lebih efisien dengan rata-rata persentase sebesar 52,02%. Efisiensi penyisihan TDS waktu kontak 2 jam tersaji dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Efisiensi Penyisihan TDS Waktu Kontak 2 Jam

Waktu Kontak 2 Jam	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 3	Reaktor 4	Reaktor 5
Pengulangan 1	41,84%	46,00%	40,97%	40,89%	40,93%
Pengulangan 2	42,20%	52,89%	46,93%	41,71%	41,34%
Pengulangan 3	46,00%	57,17%	46,00%	43,20%	42,05%
Rata - rata	43,35%	52,02%	44,63%	41,94%	41,44%

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kaslum (2019), bahwa penurunan TDS menggunakan metode filtrasi dapat menghasilkan efisiensi penyisihan sebesar 35% dengan kualitas air baku awal senilai 759 mg/l menjadi 494 mg/l. Berdasarkan Muna (2011), keadaan kesetimbangan memiliki tujuan untuk mengetahui kapan arang sekam mengalami titik jenuh dan mengakibatkan proses adsorpsi berhenti. Berdasarkan Syauqiah (2011), keadaan ini terjadi karena arang sekam telah berada pada titik jenuh, sehingga mencapai pada kesetimbangan konsentrasi TDS yang mengakibatkan adanya penambahan waktu kontak satu jam sudah konstan atau tidak jauh berbeda.

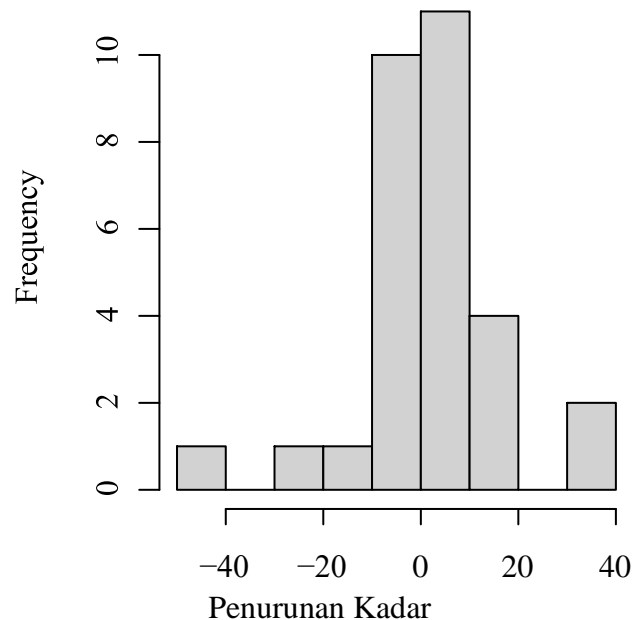
4.4 Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan dengan berbagai cara, yaitu dengan uji regresi linier, uji anova dan uji T-test. Analisis statistik dipergunakan untuk mengetahui perbedaan penurunan yang efisien pada proses filtrasi yang diimplementasikan dengan tabel dan grafik. Analisis statistik menggunakan aplikasi R Studio. R Studio berfungsi untuk menyimpulkan data yang dianalisis berpengaruh signifikan atau tidak. R Studio adalah bahasa dalam pemrograman yang mempunyai banyak *package*. *Package* merupakan beberapa kumpulan perintah yang digunakan dalam analisis tertentu (Evani, 2019).

4.2.1 Uji Regresi Linier

Regresi linier merupakan teknik analisis data yang salah satu tujuannya untuk memprediksi data yang tidak diketahui dengan menggunakan data lain yang berpengaruh dan diketahui. Uji regresi linier harus memenuhi syarat agar hasil

dapat diterima secara ilmiah, salah satunya yaitu uji normalitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah variabel data berdistribusi linier atau tidak (Prमितasari, 2017). Uji normalitas diterapkan dengan menggunakan *Shapiro-Wilk*. Hasil dikatakan berbeda dengan data normal apabila *p-value* kurang dari 0,05 namun jika nilai *p* lebih dari 0,05 maka tidak ada perbedaan antara data dan data normal. Hasil perhitungan uji normalitas pada penelitian ini menunjukkan bahwa *p-value* adalah $0,05148 > 0,05$. Data tersebut disimpulkan berdistribusi normal dan menunjukkan tidak ada perbedaan antara data yang dihitung dengan data normal yang ditampilkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Uji Normalitas Regresi Linier

Hasil uji regresi linier jenis reaktor dan waktu kontak terhadap penurunan TDS ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Regresi

term	estimate	std.error	t value	p.value
(Intercept)	209,763	11,148	18,816	7,12e-16***
Reaktor 2	40,117	9,422	4,258	0,000274***
Reaktor 3	5,250	9,422	0,557	0,5825340
Reaktor 4	-5,500	9,422	-0,584	0,564829
Reaktor 5	-8,650	9,422	-0,918	0,367705
Waktu Kontak	11,947	5,959	2,005	0,056382

Berdasarkan Tabel 4.3 jenis reaktor yang ditampilkan merupakan variabel kategorik, sehingga salah satu kategori tersebut menjadi referensi atau pembanding. Variabel kategorik lain yang ditampilkan merupakan nilai selisih rata-rata y dengan rata-rata y dari kategori referensi. Hal ini dapat ditetapkan persamaan regresi linier yakni.

$$Y = 209,763 + 40,117.T2 + 5,250.T3 - 5,500.T4 - 8,650.T5 + 11,947.H$$

Keterangan :

T2 = Reaktor 2

T3 = Reaktor 3

T4 = Reaktor 4

T5 = Reaktor 5

H = Waktu Kontak

Angka yang terdapat pada nilai *estimate* menunjukkan selisih rata-rata y reaktor 1 dengan rerata y reaktor 2, rerata y reaktor 3, rerata y reaktor 4, rerata y reaktor 5, rerata y waktu kontak. Reaktor 1 (T1) dapat dihitung rata-rata nilai y dengan menghitung semua nilai yang muncul dan dikalikan 0. Persamaan pada Tabel 4.3 juga dapat disimpulkan apabila nilai *estimate* reaktor 2 bernilai positif 40,117, maka penurunan TDS pada reaktor 2 lebih tinggi nilainya 40,117 daripada rata-rata penurunan TDS reaktor 1. Nilai tanda positif pada *estimate* merupakan nilai berbanding lurus, dimana hubungannya jika semakin besar nilai rata-rata reaktor 2 maka semakin besar penurunan yang terjadi pada TDS, sedangkan tanda negatif pada *estimate* merupakan nilai berbanding terbalik, dimana hubungannya apabila semakin besar nilai rata-rata reaktor 4 maka semakin kecil penurunan TDS yang terjadi. Hasil uji regresi linier didapatkan bahwa sebesar 61,83% dipengaruhi oleh jenis reaktor dan waktu kontak, sedangkan 38,17% disebabkan oleh faktor lain. Faktor tersebut yakni pengawetan sampel, proses sampling atau fluktuasi akibat dari aliran yang berkelanjutan. Nilai *adjusted R-square* senilai 0,5388 memperlihatkan bahwasanya model tersebut cocok dengan analisis regresi linier. *Adjusted R-square* merupakan perbandingan kecocokan prediksi model, nilai *adjusted R-square* yang mendekati 1 akan semakin baik.

Hasil uji regresi Tabel 4.3 menunjukkan nilai reaktor 2 sebesar $0,000274 < 0,05$, maksudnya reaktor 2 berpengaruh signifikan terhadap penurunan TDS, sedangkan diketahui nilai reaktor 3, 4 dan 5 $p\text{-value} > 0,05$, yang artinya reaktor 3, 4 dan 5 tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan TDS dengan variabel yang menjadi pembanding yaitu reaktor 1.

4.2.2 Uji Anova

Uji anova merupakan lanjutan dari uji regresi linier yang digunakan untuk mengetahui memenuhi atau tidak penelitian yang dilakukan. Uji anova yaitu uji hipotesis yang memberi perbandingan rerata populasi serta mengidentifikasi perbedaan yang signifikan secara statistik antara dua set data atau lebih. Uji Anova dilakukan dengan menggunakan aplikasi R Studio. Batas signifikan yang sudah ditentukan yaitu $\alpha = 0,05$ atau 95%. Batas signifikan digunakan untuk mengetahui kesalahan maksimal yang dijadikan patokan penelitian. Hasil yang dilakukan dengan uji anova dapat disimpulkan bahwa jenis reaktor dan waktu kontak dapat mempengaruhi penurunan TDS. Hal ini dibuktikan dari nilai $p\text{-value}$ senilai $0,000325 < 0,05$, yang memiliki arti bahwa dengan filtrasi menggunakan media arang sekam padi-pasir silika dan waktu kontak dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan TDS. Hasil dari uji Anova memenuhi berdasarkan penelitian ini. Hal ini dapat dibuktikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Uji Anova TDS

sumber keragaman	derajat bebas	jumlah kuadrat	rata-rata kuadrat	p value
Jenis Reaktor	4	9283	2320,6	0,000325***
Residual	25	7462	298,5	

4.2.3 Uji T-test

Uji T-test merupakan nilai yang dipergunakan dalam melihat tingkat signifikan dalam pengujian hipotesis dengan batas signifikan sebesar 0,05. Hasil uji dikatakan signifikan terhadap penurunan TDS jika $p\text{-value} < 0,05$ sehingga H_1 diterima. Penurunan TDS berdasarkan hasil uji yang dilakukan secara berulang menghasilkan $p\text{-value} > 0,05$ maka H_1 ditolak sehingga tidak ada perbedaan signifikan. Hasil uji T-test dapat dilihat detail pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Uji T-test

Hasil Uji T-test	Batas Signifikan	p-value
Reaktor 1 vs Reaktor 2	0,05	0,03131
Reaktor 1 vs Reaktor 3	0,05	0,4922
Reaktor 1 vs Reaktor 4	0,05	0,2913
Reaktor 1 vs Reaktor 5	0,05	0,1089
Reaktor 2 vs Reaktor 3	0,05	0,05283
Reaktor 2 vs Reaktor 4	0,05	0,02006
Reaktor 2 vs Reaktor 5	0,05	0,01571
Reaktor 3 vs Reaktor 4	0,05	0,1373
Reaktor 3 vs Reaktor 5	0,05	0,06674
Reaktor 4 vs Reaktor 5	0,05	0,292

Berdasarkan hasil uji T Tabel 4.5 memperlihatkan bahwasanya uji T-test yang tidak terdapat perbedaan signifikan terjadi antara reaktor 1 dan reaktor 3, reaktor 1 dan reaktor 4, reaktor 1 dan reaktor 5, reaktor 2 dan reaktor 3, reaktor 3 dan reaktor 4, reaktor 3 dan reaktor 5, reaktor 4 dan reaktor 5. Beberapa hasil uji T-test tersebut tidak terdapat perbedaan signifikan dikarenakan memiliki nilai $p\text{-value} > 0,05$, namun dapat menurunkan TDS hingga memenuhi baku mutu. Hasil uji T antara reaktor 1 dan reaktor 2, reaktor 2 dan reaktor 4, reaktor 2 dan reaktor 5 ditemukan perbedaan yang signifikan dikarenakan $p\text{-value} < 0,05$. Perbedaan tersebut terletak pada ketebalan media pada setiap jenis reaktor, seperti 30 cm arang sekam padi dengan 10 cm arang sekam padi memiliki perbedaan yang signifikan karena adanya penambahan pasir silika 20 cm. Media filter yang besar yang terjadi adalah pasir, karena adanya proses adsorpsi, dimana pasir kwarsa secara netral memiliki muatan negatif, sehingga dapat menarik partikel yang bermuatan positif meliputi kristal karbonat, flok dari besi dan aluminium, kation-kation dari besi, dan mangan. Adsorpsi memiliki peran penting dalam proses filtrasi, karena mampu menghilangkan partikel yang lebih kecil daripada partikel tersuspensi (partikel koloid dan partikel pengotor terlarut lainnya). Kemampuan adsorpsi terjadi pada jarak yang sangat pendek, tidak lebih dari 0,01 - 1 mm dari permukaan media, selain itu ukuran bulir pada pasir dapat menyebabkan celah antara butiran menjadi rapat dan kecepatan penyaringan semakin lambat, sehingga menghasilkan kualitas filtrasi

yang semakin baik, sedangkan arang sekam sebagai adsorben sebagai partikel yang larut dalam air dan mempunyai daya serap terhadap polutan bahan organik pada sampel yang digunakan (Huisman, 1979; Endahwati, 2009; Sari, 2022).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi yang sudah dijalankan serta dianalisis menggunakan data statistik diketahui arang sekam padi dan pasir silika mampu menurunkan kadar TDS sebagai berikut.

1. Rata-rata efisiensi penyisihan TDS pada waktu kontak 1 jam yaitu 41,45% pada reaktor 1, 47,72% pada reaktor 2, 42,12% pada reaktor 3, 40,81% pada reaktor 4, 40,14% pada reaktor 5. Rata-rata efisiensi penyisihan waktu kontak 2 jam yaitu 43,35% pada reaktor 1, 52,02% pada reaktor 2, 44,63% pada reaktor 3, 41,94% pada reaktor 4, 41,44% pada reaktor 5. Efisiensi penyisihan TDS terbesar terdapat pada reaktor 2 yaitu sebesar 47,72% dan 52,02% dengan susunan media 10 cm arang sekam padi, 20 cm pasir silika. Hal ini menunjukkan adanya kombinasi dalam susunan media menyebabkan efisiensi penyisihan TDS lebih tinggi, karena pasir silika yang memiliki ukuran kecil dapat mempengaruhi kecepatan penyaringan, serta arang sekam padi sebagai adsorben pada partikel yang larut dalam air dan mempunyai daya serap terhadap polutan bahan organik.
2. Berdasarkan regresi linier pengaruh ketebalan media filter dan waktu filtrasi terhadap penurunan TDS air PDAM didapatkan persamaan regresi yaitu $Y = 209,763 + 40,117.T2 + 5,250.T3 - 5,500.T4 - 8,650.T5 + 11,947.H$, begitu juga pada uji anova pengaruh ketebalan media filter terhadap penurunan TDS air PDAM didapatkan p-value $0,000325^{***} < 0,05$, demikian juga pada uji T-test yang dihitung secara berulang setiap jenis reaktor didapatkan perbedaan yang signifikan terjadi antara reaktor 1 dan reaktor 2, reaktor 2 dan 4, serta reaktor 2 dan reaktor 5. Hal ini menunjukkan ukuran bulir pasir yang semakin kecil dapat mempengaruhi kecepatan penyaringan dan menghasilkan kualitas penurunan TDS semakin baik.

5.2 Saran

Hal-hal berikut dapat diperhitungkan sebagai penyempurnaan studi yang akan datang :

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan arang sekam padi yang sudah teraktivasi sehingga dapat diperoleh perbandingan efisiensi antara arang sekam padi yang sudah diaktivasi dan belum diaktivasi.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan memperbanyak variasi waktu kontak sehingga bisa didapatkan waktu kontak optimum untuk proses filtrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyahlika, S.Z., Firdaus, M.L. dan Elvia, R. 2018. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Cebera odollam*) terhadap Zat Warna Sintesis Reaktif Red-120 dan Reaktif Blue-198. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 2(2): 148-155.
- Akbar, A. 2019. Pengaruh Variasi Karbon Aktif pada Alat Penjernih Air. *Skripsi*. Pekanbaru. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Artidarma, B.S., Fitria, L., dan Sutrisno, H. 2021. Pengolahan Air Bersih dengan Saringan Pasir Lambat Menggunakan Pasir Pantai dan Pasir Kuarsa. *Jurnal Teknologi Lahan Basah*. 071-081 No. 9(2).
- Asbahani. 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi pada Air Sumur. *Jurnal Teknik Sipil*: 105-114 No. 1(13).
- Asip, F., Mardhiah, R. dan Husna. 2008. Uji Efektivitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*: 2(15): 22-26.
- Cahyani, H., Haryadi, dan Wildian. 2016. Pengembangan Alat Ukur *Total Dissolve Solid* (TDS) Berbasis Mikrokontroler dengan Beberapa Variasi Bentuk Sensor Konduktivitas. *Jurnal Fisika Unand*: Vol. 5(4).
- Cescon, A. and Jiang, J.Q. 2020. *Filtration process and alternative filter media material in water treatment*. *Water (Switzerland)*, 12(12). Available at: <https://doi.org/10.3390/w12123377>.
- Endahwati, L dan Suprihatin. 2009. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 1(2): 79-83.
- Evani, T. A. 2019. *Importance Perfirmance Analysis Dengan R*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Fitriani, B.N., Nurjazuli, dan Budiyo. 2013. Efektivitas Diameter dan Jenis Media Silika, Zeolit, dan Karbon Aktif pada Proses Filtrasi dalam Menurunkan Kadar Fe Sumur Air MI Muhammadiyah Ngawen Muntlan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Google Earth. 2022. Peta Wilayah PDAM Tuban.
- Huisman. L. 1979. *Rapid Filtration*. Jakarta: Delft University of Technology.

- Husaini, A., Yenni, M., dan Wuni, C. 2020. Efektivitas metode filtrasi dan adsorpsi dalam menurunkan kesadahan air sumur di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*. 5(2):91.
- Istimewa, M.C.N., Sudiro dan Hendrianti, E. 2020. Penjernihan Air Baku Kali Lamong Menggunakan Metode Filtrasi Up-Flow. *Jurnal Enviro*: Malang.
- Jasman. 2020. Uji Coba Arang Sekam Padi Sebagai Media Filtrasi Dalam Menurunkan Kadar Fe Pada Air Sumur Bor di Asrama Jurusan Kesehatan Lingkungan Manado. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 1(1): 1-53.
- Kaslum, L., Aneasari, Zikri, A., Tanjung, Y., OKtavia, Y., Aulia, A., Lismayani, dan Arinda. 2019. Kinerja Sistem Filtrasi dalam Menurunkan Kandungan TDS, Fe dan Organik dalam Pengolahan Air Minum. *Jurnal Kinetika*. 10(1): 46-49.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Muna, A. 2011. Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dari Batang Pisang sebagai Adsorben. *Issue 6*. Semarang.
- Ningrum, S.V. 2020. Penggunaan Media Filter Pasir Silika dan Karbon Aktif untuk Menurunkan Kekeruhan, TDS, Kesadahan, dan Besi Pada Reaktor Filter. *Skripsi*. Bekasi: Fakultas Teknik Universitas Pelita Bangsa.
- Pemerintah Kabupaten Tuban. 2020. *Profil Kabupaten Tuban*. Selayang Pandang Kabupaten Tahun Tahun 2020. Jawa Timur.
- Peraturan Menteri dan Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2007. *Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Departemen Pekerjaan Umum 2007 Nomor 18. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan HIgiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*. Lembaran Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 32. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum*. Lembaran Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 492. Jakarta.
- Pramitasari, N. dan Alia, D. 2017. Pemanfaatan Zeolit dan Silika sebagai Material Membran Filtrasi untuk Menurunkan Konsentrasi Warna Limbah Cair Batik. *Jurnal Purifikasi*. 17(1): 12-21.

- Ristiyanto, H.G. 2020. Analisis Kualitas Air Sungai Hasil Penyaringan Filter Berbasis Arang Sekam. *Jurnal e-ISSN: 2686-312X* No. 2(14).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 3981: 2008. *Perencanaan Instalasi Saringan Pasir Lambat*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989: 2019. *Air dan Air Limbah*. Badan Standarisasi Nasional.
- Suliastuti, I., Anggraini dan Iskandar. 2019. Pengaruh Perbandingan Jumlah Media Filter (Pasir Silika, Karbon Aktif, Zeolit) dalam Kolom Filtrasi terhadap Kualitas Air Mineral. *Jurnal Teknik*. Fakultas Teknik.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004. *Sumber Daya Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia 2004. Jakarta.
- Wahyuning, R.S., Budi dan Mimin, K. 2013. Perbedaan Ketebalan Media Arang Sekam Padi Terhadap Penurunan Kadar Mangan pada Air Bersih. *Riset Kesehatan: No. 11(2)*.
- Yatno H. 2010. Perencanaan Pengolahan Air Bersih Kecamatan Perbaungan. *Jurnal Lingkungan*. Fakultas Teknik.
- Yusnindar, Y. 2012. Teknologi Pengolahan Air Tanah sebagai Sumber Air Minum pada Skala Rumah Tangga. *Jurnal ISSN: 1411-5166* No. 2(4).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Rancangan Penelitian



Gambar 2. Pembuatan Reaktor Filtrasi



Gambar 3. Media Arang Sekam Padi dan Pasir Silika



Gambar 4. Pencucian Bahan sebelum dilakukan *Running*



Gambar 5. Pencucian Alat sebelum dilakukan *Running* Reaktor



Gambar 6. Pengeringan Pasir Silika sebelum Proses *Running* Reaktor



Gambar 7. Pengambilan Sampel Air PDAM



Gambar 8. Proses Menakar Bahan



Gambar 9. Proses *Running* dan Pengambilan Sampel Akhir



Gambar 10. Pencucian Alat dan Bahan setelah *Running* Reaktor



Gambar 11. Penyerahan Hasil Filtrasi ke Laboratorium

Lampiran 2. Analisis Statistik dengan Aplikasi R-Studio

```
> t.test(Reaktor1, Reaktor4)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor1 and Reaktor4
t = -1.1364, df = 7.3997, p-value = 0.2913
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -16.820709  5.820709
sample estimates:
mean of x mean of y
 309.3167  314.8167

> t.test(Reaktor1, Reaktor5)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor1 and Reaktor5
t = -1.8496, df = 6.6733, p-value = 0.1089
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -19.819133  2.519133
sample estimates:
mean of x mean of y
 309.3167  317.9667
```

```
> t.test(Reaktor1, Reaktor2)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor1 and Reaktor2
t = 2.798, df = 5.9883, p-value = 0.03131
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
  5.017547 75.215786
sample estimates:
mean of x mean of y
 309.3167  269.2000

> t.test(Reaktor1, Reaktor3)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor1 and Reaktor3
t = 0.71553, df = 9.1392, p-value = 0.4922
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -11.30937  21.80937
sample estimates:
mean of x mean of y
 309.3167  304.0667
```

```
> t.test(Reaktor4, Reaktor5)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor4 and Reaktor5
t = -1.1148, df = 9.6345, p-value = 0.292
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -9.478374  3.178374
sample estimates:
mean of x mean of y
 314.8167  317.9667

> t.test(Reaktor3, Reaktor5)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor3 and Reaktor5
t = -2.2433, df = 5.9062, p-value = 0.06674
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -29.119979  1.319979
sample estimates:
mean of x mean of y
 304.0667  317.9667

> t.test(Reaktor2, Reaktor5)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor2 and Reaktor5
t = -3.5368, df = 5.1719, p-value = 0.01571
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -83.85950 -13.67383
sample estimates:
mean of x mean of y
 269.2000  317.9667

> t.test(Reaktor3, Reaktor4)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor3 and Reaktor4
t = -1.7008, df = 6.3314, p-value = 0.1373
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -26.021337  4.521337
sample estimates:
mean of x mean of y
 304.0667  314.8167
```

```

> t.test(Reaktor2, Reaktor3)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor2 and Reaktor3
t = -2.3397, df = 6.8177, p-value = 0.05283
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -70.2973741  0.5640408
sample estimates:
mean of x mean of y
 269.2000  304.0667

> t.test(Reaktor2, Reaktor4)

Welch Two Sample t-test

data: Reaktor2 and Reaktor4
t = -3.2949, df = 5.255, p-value = 0.02006
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -80.69240 -10.54093
sample estimates:
mean of x mean of y
 269.2000  314.8167

> summary(tugas_cici)

Call:
lm(formula = Kadar_Akhir ~ factor(Jenis_Reaktor) + Waktu_Kontak,
    data = dataku_cici)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-34.973  -7.218  -0.642   6.720  41.827

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      327.237     11.148  29.354 < 2e-16 ***
factor(Jenis_Reaktor)Reaktor2  -40.117      9.422  -4.258 0.000274 ***
factor(Jenis_Reaktor)Reaktor3   -5.250      9.422  -0.557 0.582534
factor(Jenis_Reaktor)Reaktor4    5.500      9.422   0.584 0.564829
factor(Jenis_Reaktor)Reaktor5    8.650      9.422   0.918 0.367705
Waktu_Kontak      -11.947      5.959  -2.005 0.056382 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 16.32 on 24 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6183, Adjusted R-squared:  0.5388
F-statistic: 7.775 on 5 and 24 DF, p-value: 0.0001809

> shapiro.test(resid(uji_normalitas))

Shapiro-Wilk normality test

data: resid(uji_normalitas)
W = 0.93077, p-value = 0.05148

```

Gambar 12. Analisis Statistik

Lampiran 3 Tabel Hasil Uji Laboratorium

Hasil Uji	Satuan	Keterangan
537	mg/l	Uji Pendahuluan
Waktu Kontak 1 Jam		
321	mg/l	Pengulangan 1
317	mg/l	Pengulangan 1
319	mg/l	Pengulangan 1
320,3	mg/l	Pengulangan 1
321,4	mg/l	Pengulangan 1
Waktu Kontak 2 Jam		
312,3	mg/l	Pengulangan 1
290	mg/l	Pengulangan 1
317	mg/l	Pengulangan 1
317,4	mg/l	Pengulangan 1
317,2	mg/l	Pengulangan 1
Waktu Kontak 1 Jam		
315,2	mg/l	Pengulangan 2
285	mg/l	Pengulangan 2
313,4	mg/l	Pengulangan 2
316,2	mg/l	Pengulangan 2
320	mg/l	Pengulangan 2
Waktu Kontak 2 Jam		
310,4	mg/l	Pengulangan 2
253	mg/l	Pengulangan 2
285	mg/l	Pengulangan 2
313	mg/l	Pengulangan 2
315	mg/l	Pengulangan 2
Waktu Kontak 1 Jam		
307	mg/l	Pengulangan 3
240,2	mg/l	Pengulangan 3
300	mg/l	Pengulangan 3
317	mg/l	Pengulangan 3
323	mg/l	Pengulangan 3
Waktu Kontak 2 Jam		
290	mg/l	Pengulangan 3
230	mg/l	Pengulangan 3
290	mg/l	Pengulangan 3
305	mg/l	Pengulangan 3
311,2	mg/l	Pengulangan 3