

**KALIBRASI ALAT UKUR SEDIMEN TERSUSPENSI
BERBASIS *TURBIDITY SENSOR***

(Skripsi)

Oleh

ACHMAD BAGUS FAKHRIZAL

1815011098



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

KALIBRASI ALAT UKUR SEDIMEN TERSUSPENSI BERBASIS *TURBIDITY SENSOR*

Oleh

ACHMAD BAGUS FAKHRIZAL

Turbidimeter adalah alat yang digunakan sebagai alat uji standar untuk menentukan tingkat kekeruhan air. Namun penggunaannya dirasa kurang efektif dan efisien karena tidak dilakukan pada air mengalir. Berdasarkan pernyataan tersebut maka dibutuhkan instrumen ukur sedimen tersuspensi yang praktis berbasis turbidity sensor.

Selanjutnya untuk memastikan kemampuan suatu alat ukur, maka diperlukanlah suatu kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai pembacaan dari alat ukur. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk mengkalibrasi alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor*. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan cara membandingkan hasil pengukuran alat rancangan terhadap standar ukur yang mampu telusur ke standar internasional. Pengukuran turbiditas dilakukan menggunakan dua alat yang dibandingkan pada waktu yang bersamaan.

Hasil kalibrasi alat menunjukkan pola output dengan tingkat linieritas yang sesuai. Nilai R-kuadrat yang merupakan koefisien korelasi, dengan $R^2=0,9667$ menunjukkan kecocokan yang baik antara kedua instrumen. Gradien kemiringan garis kurva bernilai 1,1083 memiliki arti bahwa turbidimeter NTU-18 sudah terkalibrasi dengan baik. Hasil perhitungan konversi satuan NTU dan mg/L memiliki kuadrat kesalahan rata-rata atau koefisien korelasi sebesar $R^2=0,8984$, artinya keduanya memiliki korelasi yang baik. Kesimpulannya alat ukur mampu beroperasi dengan baik dan tanpa masalah. Alat berhasil memberikan presisi relatif dan waktu respons yang praktis, sehingga efisiensi pekerjaan dapat ditingkatkan.

Kata Kunci : *Turbidity*, Kalibrasi, Konversi

ABSTRACT

CALIBRATION OF SUSPENSION SEDIMENT MEASUREMENTS INSTRUMENT BASED ON TURBIDITY SENSORS

By

ACHMAD BAGUS FAKHRIZAL

Turbidimeter is a instrument used as a standard test instrument to determine the level of turbidity of water. However, its use is felt to be less effective and efficient because it is not carried out in running water. Based on this statement, a practical suspended sediment measuring instrument based on a turbidity sensor is needed.

Furthermore, to ensure the ability of a measuring instrument, an activity to determine the conventional truth of the reading value of the measuring instrument is needed. Therefore, this study aims to calibrate the suspended sediment measuring instrument based on the turbidity sensor. The method used is to compare the measurement results of the design instrument against measuring standards that are traceable to international standards. Turbidity measurements were carried out using two devices which were compared at the same time.

The results of the calibration show the output pattern with the appropriate level of linearity. The R-squared value which is the correlation coefficient, with $R^2=0.9667$ indicates a good match between the two instruments. The slope gradient of the curve line is 1.1083 which means that the NTU-18 turbidimeter is well calibrated. The results of the calculation of the unit conversion of NTU and mg/L have the average square of error or a correlation coefficient of $R^2=0.8984$, meaning that both have a good correlation. In conclusion, the measuring instrument is able to operate properly and without problems. The tool manages to provide relative precision and practical response times, so work efficiency can be increased.

Keywords : Turbidity, Calibration, Conversion

**KALIBRASI ALAT UKUR SEDIMEN TERSUSPENSI
BERBASIS *TURBIDITY SENSOR***

Oleh

ACHMAD BAGUS FAKHRIZAL

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

: **KALIBRASI ALAT UKUR SEDIMEN
TERSUSPENSI BERBASIS *TURBIDITY*
*SENSOR***

Nama Mahasiswa

: **Achmad Bagus Fakhrizal**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1815011098

Jurusan

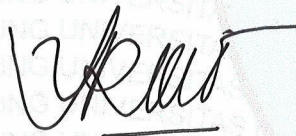
: Teknik Sipil

Fakultas

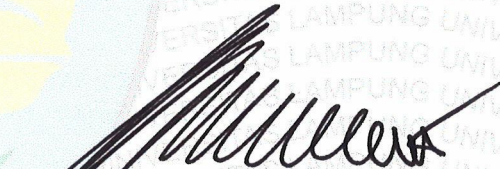
: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

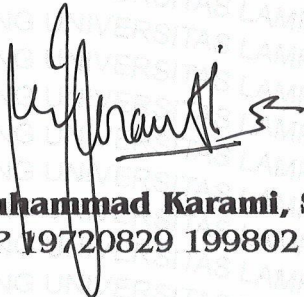


Yuda Romdania, S.T., M.T.
NIP 19701107 200003 2 001



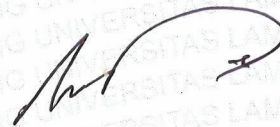
Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.
NIP 19700129 199512 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

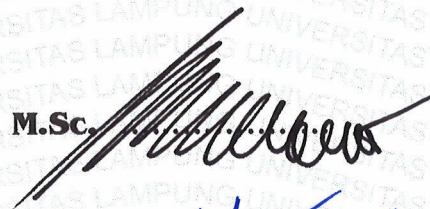
Ketua

: **Yuda Romdania, S.T., M.T.**



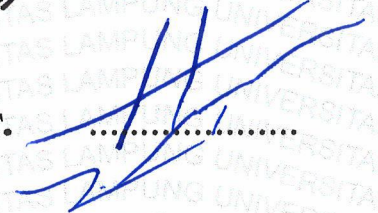
Sekretaris

: **Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik


Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **08 November 2022**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **ACHMAD BAGUS FAKHRIZAL**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1815011098**

Judul : Kalibrasi Alat Ukur Sedimen Tersuspensi Berbasis
Turbidity Sensor

Jurusan : **Teknik Sipil**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 07 November 2022
Penulis,



Achmad Bagus Fakhrizal
NPM. 1815011098

RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Seorang anak dari Bapak Sunarto dan Ibu Holiwati, S.H. juga seorang kakak dari Adik Muhammad Fikrie Dzulhannan. Penulis dilahirkan di Tangerang pada tanggal 02 Desember 2000. Penulis tumbuh besar pada keluarga yang supportif dan hangat, yang selalu dipenuhi canda dan tawa di setiap harinya.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN Sukamulya 1 lulus pada tahun 2012 kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Cikupa lulus pada tahun 2015. Setelah itu, melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMAN 6 Kabupaten Tangerang dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi yakni: sebagai Anggota Departemen Penelitian dan Pengembangan HIMATEKS pada tahun 2019 sampai 2021 dan sebagai Ketua Umum HIMATEKS pada tahun 2021 – 2022. Pada tahun 2021 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di salah satu proyek yang dilakukan di Proyek Pembangunan Kantor Direktorat Jenderal Bea Cukai Sumatera Bagian Barat pada PT. Wijaya Karya Nusantara dan melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Panongan, Kecamatan Panongan, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kepada Allah SWT, karena atas limpahan berkah, rahmad, dan karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Ku persembahkan karya ku ini kepada :

Bapak dan Ibu ku tercinta yang selalu mendukung, membimbing, mendoakan, memberi semangat, dan motivasi dan hal yang tak dapat kuungkapkan dengan kata-kata.

Adik ku yang banyak membantu, menemani dan memotivasi agar aku bisa mencapai semua mimpi ku selama ini.

Dosen Pembimbing dan Penguji yang sangat berjasa dan selalu mendidikku untuk segera menyelesaikan kewajibanku.

Almamaterku Universitas Lampung

KATA INSPIRASI

“Hidup ini indah, jika kita tak hanya saling mengerti, namun juga saling menghargai ”
(Bunga Shinta Nabila)

“Enjoy every little things in life, for one day you may look back and realize they were the big things ”
(Robert Brault)

“Sometimes life doesn't give you what you want not because you don't deserve it, but because you deserve more”

“Never regret a day in your life! Good days give you happiness, bad days give experiences, worst days give lessons, and best day give memories”

“Leiden is Lijden. Memimpin adalah menderita. Bahkan ada yang mengatakan, bila belum menderita sepertinya masih memimpin dalam kepalsuan. Jalan kepemimpinan adalah jalan suci. Jangan sampai kita mengotorinya dengan hal-hal yang berbau duniawi.”
(KH Agus Salim)

“It's always the small pieces that make the big pictures”

SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia serta anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kalibrasi Alat Ukur Sedimen Tersuspensi Berbasis *Turbidity Sensor*” dengan tepat waktu. Dengan selesainya penyusunan skripsi ini, maka dapat digunakan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
 2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
 3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.
 4. Ibu Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Utama yang memberikan bimbingan, pengarahan dan saran kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi. Serta selaku Pembimbing Akademik yang memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.
1. Bapak Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T. M.Sc., selaku Pembimbing Kedua yang memberikan motivasi saran dan membimbing penulisan skripsi.
 2. Ibu Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Pembahas atas kesediaannya memberikan kritik dan saran bagi perbaikan skripsi.
 3. Serta seluruh rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil UNILA angkatan 2018 yang telah membantu penulis dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak dan berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 07 November 2022

Penulis,

Achmad Bagus Fakhrial

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Penelitian	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Sedimen.....	5
2.1.1. Faktor-Faktor Pengaruh Sedimentasi.....	5
2.1.2. Gerakan Sedimen	6
2.1.3. Ukuran dan Bentuk Sedimen	6
2.1.4. Angkutan Sedimen.....	6
2.2. Kekkeruhan (<i>Turbidity</i>)	7
2.2.1. Turbiditimeter	8
2.2.2. Metode Pengukuran Kekkeruhan Air	9
2.3. Kalibrasi	11
2.4. Pengukuran	11
2.4.1. Metode Pengukuran	12
2.4.2. Prinsip Alat Ukur	13
2.5. Penelitian Terdahulu	14
2.5.1. <i>Low-Cost Turbidity Sensor for Low-Power Wireless Monitoring of Fresh-Water Courses</i>	14
2.5.2. <i>An Affordable Open-Source Turbidimeter</i>	15

III. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Lokasi Penelitian.....	16
3.3. Peralatan Penelitian	18
3.3.1. Alat Ukur Sedimen Tersuspensi Berbasis <i>Turbidity</i> Sensor.....	18
3.3.2. Turbidimeter Nephelometer Jenis SGZ-200BS.....	22
3.3.3. Peralatan Uji Laboratorium.....	23
3.4. Prosedur Penelitian	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Data Turbiditas Air	27
4.2. Data Sedimen Tersuspensi Air.....	35
4.3. Kalibrasi Alat Ukur Sedimen Tersuspensi.....	38
4.4. Faktor Konversi	40
4.5. Pembahasan.....	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Dataset pengukuran dengan <i>turbidity sensor</i> (NTU-18).....	27
2. Data hasil pengukuran turbiditas	33
3. Data hasil uji laboratorium.....	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Metode pengukuran kekeruhan air.....	9
2. Prinsip metode <i>nephelometri</i>	10
3. Metode pengukuran langsung	12
4. Metode pengukuran tidak langsung	13
5. Sistem dasar alat ukur	13
6. Diagram alir penelitian.....	16
7. Lokasi pengambilan data sampel untuk penelitian	17
8. Alat ukur sedimentasi berbasis Turbidity Sensor (NTU-18)	18
9. Turbidity Sensor TS-300B	19
10. Water Flow Sensor YF-S201	19
11. GPS tipe Ublox m6	20
12. Mikrokontroler arduino uno.....	20
13. Data logger shield RTC V1.0.....	21
14. Adaptor power supply 10050 mAh.....	21
15. Turbidimeter Nephelometer Jenis SGZ-200BS	22
16. Piknometer 100 ml	23
17. Neraca digital	23
18. Grafik nilai turbiditas Jl. Sultan Selamat Kedamaian	29
19. Grafik nilai turbiditas Jl. Ki Maja Way Halim.....	29
20. Grafik nilai turbiditas Jl. Riduan Rais Kedamaian	30
21. Grafik nilai turbiditas Jl. Pagar Alam 237 Langkapura	30
22. Grafik nilai turbiditas Jl. Saleh Raja Kusuma.....	31
23. Grafik nilai turbiditas Jl. Griya Sederhana.....	31
24. Grafik nilai turbiditas Jl. Lambang	32
25. Grafik nilai turbiditas Jl. Timbai.....	32

26. Perbandingan hasil pengukuran turbiditas air	34
27. Hasil pengujian sedimen tersuspensi sampel air	38
28. Grafik hubungan Turbiditymeter SGZ-200 dan NTU-18	39
29. Grafik hubungan mg/L dan NTU	40

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai adalah jaringan yang terbentuk alami menyesuaikan bentuk permukaan bumi, mulai dari alur-alur kecil di hulu sampai menjadi alur-alur besar di hilir (Indra, Aditama & Yuwono, 2022). Kebutuhan rumah tangga manusia akan air, paling dominan juga bersumber dari aliran sungai. Selain itu sungai memiliki banyak nilai-nilai lingkungan, sosial, budaya, dan ekonomi (Cahyadi, Ayuningtyas & Prabawa, 2013). Maka sudah sepatutnya aliran sungai dijaga kelestariannya, salah satunya dengan cara mengupayakan aliran sungai agar tetap stabil dari endapan sedimen pada penampangnya.

Proses sedimentasi di aliran sungai melingkupi proses erosi, juga transportasi, pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri (Sudira, Manamoma dan Manalip, 2013). Sedimentasi di sungai terjadi dari hasil erosi di bagian hulu sungai yang mengalami pengendapan konsentrasi pada aliran sungai (Pangestu & Hakki, 2013). Fenomena berpindahnya sedimentasi dari suatu lokasi ke lokasi lain inilah yang disebut dengan transport sedimen. Transport sedimen dapat terjadi karena terangkut oleh turbulensi aliran air yang menyebabkan padatan tersuspensi melayang dan berpindah tempat (Bardan, 2021).

Turbidity atau kekeruhan merupakan indikator yang sering digunakan untuk mengetahui besarnya sedimen tersuspensi dalam air (Ikhsan, 2018). Yang pada prinsipnya merupakan nilai penurunan kejernihan air karena adanya zat tersuspensi yang menyerap atau menyebarkan cahaya *downwelling*, dan

air dianggap keruh jika keberadaan partikel tersuspensi menjadi mencolok (Grobbelaar, 2009).

Untuk mengetahui indikator turbiditas pada air, digunakan alat ukur yang bernama turbidimeter. Turbidimeter merupakan instrumen standar yang digunakan untuk menentukan taraf kekeruhan air. Namun penggunaannya dirasa kurang efektif dan efisien karena tidak dilakukan pada air mengalir (Kurnia, Aminudin dan Iryanti, 2019). Berdasarkan pernyataan tersebut maka dibutuhkan instrumen ukur sedimen tersuspensi yang praktis berbasis *turbidity sensor*.

Selanjutnya untuk memastikan kemampuan suatu alat ukur, maka diperlukanlah suatu aktifitas untuk menentukan keabsahan konvensional nilai pembacaan instrumen dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang *traceable* ke standar dan/atau internasional (ISO/IEC Guide 17025:2005). Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan untuk mengkalibrasi alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor*.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas adalah:

1. Apakah output yang dikeluarkan alat ukur sudah dapat dipergunakan?
2. Berapa nilai persamaan dari korelasi alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor* terhadap alat ukur turbiditas air yang sudah terverifikasi?
3. Berapa nilai persamaan dari korelasi satuan NTU hasil pengukuran alat ukur sedimen tersuspensi terhadap satuan ppm hasil uji laboratorium

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian pada latar belakang, tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menyelidiki kemampuan alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor*.
2. Untuk mendapatkan persamaan hubungan dari output alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor* dengan output dari alat ukur turbiditas terverifikasi.
3. Untuk mendapatkan persamaan hubungan konversi satuan NTU dari output alat ukur dengan satuan ppm atau mg/L.

1.4. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, adapun batas masalah dari penelitian ini adalah:

1. Lokasi pengambilan sampel di beberapa sungai yang ada di Kota Bandar Lampung di antaranya: Sungai Way Awi, Sungai Buaya, Sungai Way Belau, dan Sungai Putih.
2. Alat ukur yang akan dikalibrasi ialah alat ukur sedimen tersuspensi NTU-18. Alat yang sudah dikembangkan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Komponen alat yang dikalibrasi adalah pada bagian pengukuran sedimen tersuspensi menggunakan *turbidity sensor*.
4. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian disertasi Yuda Romdania, S.T., M.T. Data dan alat yang dikembangkan, diperoleh dari penelitian tersebut

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan sumbangsih terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang ketekniksipilan tentang teknologi alat ukur sedimen tersuspensi.
2. Mengetahui nilai turbiditas sampel air pada lokasi-lokasi penelitian.

3. Memberikan gambaran kepada para akademisi dan masyarakat untuk mengetahui prinsip penggunaan alat ukur sedimen tersuspensi berbasis turbidity sensor.
4. Mengetahui kelayakan penggunaan dan pemanfaatan alat ukur sedimen tersuspensi berbasis turbidity sensor yang sudah dikembangkan.

1.6. Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat yang diperoleh dalam melakukan penelitian, batasan-batasan yang diberikan di dalam penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai landasan teori maupun studi literatur yang digunakan dalam melakukan penelitian ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi penelitian, alat yang digunakan dalam penelitian serta tahap-tahap dalam proses penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang di peroleh selama melakukan penelitian dan saran-saran yang diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sedimen

Sedimentasi adalah pengendapan dari suatu konsentrasi yang berpindah karena erosi air, angin, serta gelombang laut. Konsentrasi yang disebabkan oleh erosi tersebut dibawa pada aliran air lalu kemudian mengendap di tempat yang lebih rendah ketinggiannya (Gemilang *et al*, 2018). Proses sedimentasi itu sendiri dalam konteks hubungan dengan sungai meliputi, penyempitan palung, erosi, transportasi sedimentasi (*transport sediment*), pengendapan (*deposition*), dan pemadatan (*compaction*) dari sedimen itu sendiri. Karena prosesnya merupakan gejala sangat kompleks, dimulai dengan jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan proses terjadinya erosi tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah, sedangkan bagian lainnya masuk ke dalam sungai terbawa aliran menjadi sedimen. Besarnya volume sedimen terutama tergantung pada perubahan kecepatan aliran, karena perubahan pada musim penghujan dan kemarau, serta perubahan kecepatan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Mulyanto, 2007).

2.1.1. Faktor-Faktor Pengaruh Sedimentasi

Sedimentasi merupakan bagian dari proses erosi tanah. Hal ini bisa disebabkan baik oleh angin maupun air. Di Indonesia, faktor air memiliki peran lebih pada proses erosi dan sedimentasi dibandingkan dengan faktor angin. Hal ini disebabkan oleh iklim yang dimiliki.

2.1.2. Gerakan Sedimen

Gerakan sedimen memiliki dua jenis yaitu:

1. Gerakan fluvial

Gerakan Fluvial adalah gaya-gaya yang menyebabkan Bergeraknya butiran-butiran kerikil yang terdapat di atas permukaan dasar sungai terdiri dari komponen gaya-gaya gravitasi yang sejajar dengan dasar sungai dan gaya geser serta gaya angkat yang dihasilkan oleh kekuatan aliran air sungai.

2. Gerakan massa

Gerakan massa sedimen adalah gerakan air bercampur massa sedimen dengan konsentrasi yang sangat tinggi, di hulu sungai-sungai arus deras di daerah lereng-lereng pegunungan atau gunung berapi. Gerakan massa sedimen ini disebut sedimen luruh yang biasanya dapat terjadi di dalam alur sungai arus deras (torrent) yang kemiringannya lebih besar dari 15° .

2.1.3. Ukuran dan Bentuk Sedimen

Sedimen memiliki bentuk yang berbeda-beda. Partikel berbentuk pipih cenderung memiliki laju pengendapan yang lebih rendah dan lebih sukar untuk berpindah dibandingkan yang berbentuk bulat. Kebulatan dinyatakan sebagai perbandingan diameter suatu lingkaran dengan daerah yang sama, terhadap proyeksi butiran dalam keadaan diam pada ruangan terhadap bidang yang paling besar terhadap diameter yang paling kecil atau dengan kata lain kebulatan digambarkan sebagai perbandingan radius rata-rata kelengkungan ujung setiap butiran terhadap radius lingkaran yang paling besar.

2.1.4. Angkutan Sedimen

Ada tiga macam angkutan sedimen yang terjadi di dalam alur sungai (Mulyanto, 2007) yaitu:

1. “*Wash load*“ atau muatan kikisan terdiri dari partikel lanau dan debu yang terbawa masuk ke dalam sungai dan tetap tinggal melayang sampai mencapai laut, atau genangan air lainnya. Sedimen jenis ini hampir tidak mempengaruhi sifat-sifat sungai

meskipun jumlahnya yang terbanyak dibanding jenis-jenis lainnya terutama pada saat-saat permulaan musim hujan datang. Sedimen ini berasal dari proses pelapukan daerah aliran sungai yang terutama terjadi pada musim kemarau sebelumnya.

2. “*Suspended load*” atau sedimen layang terutama terdiri dari pasir halus yang melayang di dalam aliran karena terangkut oleh turbulensi aliran air. Pengaruh sedimen ini terhadap sifat-sifat sungai tidak begitu besar. Tetapi bila terjadi perubahan kecepatan aliran, jenis ini dapat berubah menjadi angkutan jenis ketiga. Gaya gerak bagi angkutan jenis ini adalah turbulensi aliran dan kecepatan aliran itu sendiri. Dalam hal ini dikenal kecepatan angkat atau “*pick up velocity*”. Untuk besar butiran tertentu bila kecepatan angkatnya dilampaui, material akan melayang. Sebaliknya, bila kecepatan aliran yang mengangkutnya mengecil di bawah kecepatan angkatnya, material akan turun ke dasar aliran.
3. “*Bed load*”, tipe ketiga dari angkutan sedimen adalah angkutan dasar di mana material dengan besar butiran yang lebih besar akan bergerak menggelincir atau *translate*, menggelinding atau *rotate* satu di atas lainnya pada dasar sungai; gerakannya mencapai kedalaman tertentu dari lapisan sungai. Tenaga penggerakannya adalah gaya seret *drag force* dari lapisan dasar sungai.

2.2. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan (*Turbidity*) merupakan parameter fisika untuk menguji kualitas air bersih. Kekeruhan mewakili sifat optis yang diperoleh melalui pembiasan cahaya kedalam air. Kekeruhan ditimbulkan oleh butiran-butiran kecil dan koloid dengan ukuran mulai dari 10 μm sampai 10 μm . Butiran-butiran kecil dan koloid ini berasal dari tanah liat, lumpur, sisa tanaman, zat organik, ganggang dan sebagainya (Gintings, 1992).

Kekeruhan diukur dalam bagian-bagian per sejuta dalam ukuran berat atau dengan miligram per liter. Semakin keruh air semakin tinggi daya hantar listrik dan semakin banyak pula padatnya (Gintings, 1992).

Nilai numerik yang menunjukkan kekeruhan didasarkan pada turut campurnya bahan-bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sampel. Nilai ini tidak secara langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut. Kekeruhan tidak merupakan sifat dari air yang membahayakan, tetapi ia menjadi tidak disenangi karena rupanya. Untuk membuat air memuaskan penggunaan rumah tangga usaha menghilangkan secara hampir sempurna bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan (Atmaja, 2019).

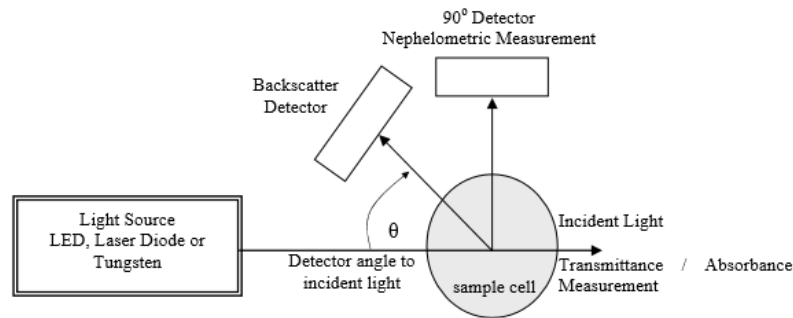
2.2.1. Turbidimeter

Turbidimeter merupakan instrumen standar yang digunakan untuk menentukan taraf kekeruhan air (Faisal, Harmadi & Puryanti, 2016). Air yang keruh akan menyebabkan cahaya yang melewatinya akan mengalami pengurangan intensitas cahaya yang signifikan. Hal tersebut dikarenakan cahaya yang melewati air keruh mengalami penyerapan (absorpsi), pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), dan diteruskan (transmisi).

Dengan kemajuan dalam pengembangan sensor fotodetektor, desain turbidimeter kemudian dapat mendeteksi perubahan atenuasi (redaman) intensitas cahaya yang sangat kecil melalui sampel volume yang tetap. Secara umum terdapat dua kategori turbidimeter yaitu:

1. Absorptiometer: yang mengukur penyerapan (atau atenuasi) dari intensitas cahaya yang melewati sampel.
2. Nephelometers: yang mengukur porsi cahaya yang berserakan pada sudut 90° dari berkas kejadian.

Selain teknik pengukuran ini mengacu pada pengukuran cahaya yang berserakan pada sudut antara 90° sampai 180° . Gambar 1 menunjukkan berbagai konfigurasi untuk mengukur kekeruhan melalui sistem optik.

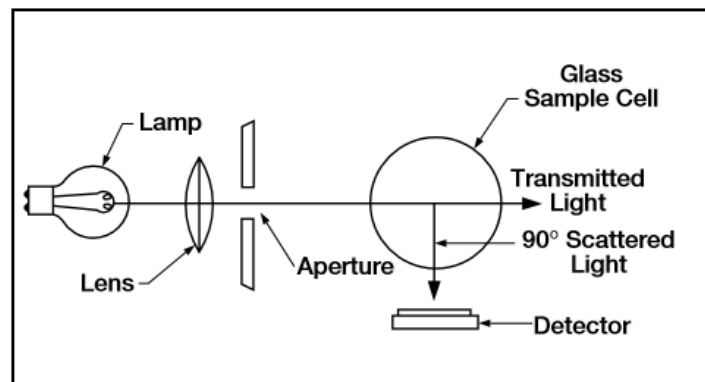


Gambar 1. Metode pengukuran kekeruhan air.

2.2.2. Metode Pengukuran Kekeruhan Air

Kebutuhan pengukuran yang tepat terhadap kekeruhan air pada sampel yang mengandung padatan halus menuntut untuk kemajuan kinerja sebuah turbidimeter. Dalam teori yang awalnya dimulai oleh *Jackson Candle Turbidimeter* masih memiliki keterbatasan karena tidak dapat mengukur kekeruhan yang lebih rendah dari 25 JTU (*Jackson Turbidimeter Unit*), dan masih bergantung pada penilaian manusia untuk menentukan yang nilai pasti. Selain itu, karena sumber cahaya dalam instrumen Jackson adalah nyala lilin, cahaya yang dipancarkan cahaya berada di ujung panjang gelombang yang lebih panjang dari spektrum yang terlihat (kuning-merah) di mana panjang gelombang tidak tersebar secara efektif oleh partikel kecil. Untuk alasan inilah, instrumen ini tidak sensitif terhadap suspensi partikel yang sangat halus (Silika yang sangat halus tidak akan menghasilkan redaman cahaya gambar di *Jackson Candle Turbidimeter*). *Jackson Candle Turbidimeter* juga tidak mampu mengukur kekeruhan karena partikel hitam seperti arang karena penyerapan cahaya jauh lebih besar daripada hamburan cahaya yang bidang pandangnya menjadi gelap sebelum sampel cukup bisa dituangkan ke dalam tabung untuk mencapai titik hilangnya gambar. Beberapa kerapatan visual dikembangkan dengan sumber cahaya dan teknik perbandingan yang lebih baik, namun kesalahan penilaian manusia berkontribusi pada ketiadaan presisi. Detektor fotoelektrik,

yang sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya yang sangat kecil, menjadi populer untuk mengukur redaman cahaya yang ditransmisikan melalui sampel volume tetap. Instrumen tersebut memberikan presisi yang jauh lebih baik dalam kondisi tertentu, namun masih terbatas pada kemampuan mereka untuk mengukur kekeruhan tinggi atau sangat rendah. Pada intensitas hamburan rendah, perubahan cahaya yang ditransmisikan, yang dilihat dari pandangan bersamaan, sangat kecil sehingga hampir tidak terdeteksi dengan cara apapun. Biasanya, sinyal hilang dalam *noise*. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, beberapa hamburan mengganggu hamburan langsung. Solusi untuk masalah ini adalah mengukur cahaya yang berserakan pada sudut sinar kejadian dan kemudian menghubungkan cahaya sudut ini dengan kekeruhan sampel sebenarnya. Sudut pendeteksian 90° dianggap sangat sensitif terhadap penyebaran partikel. Gambar 2 menunjukkan prinsip metode *nephelometri*.



Gambar 2. Prinsip metode *nephelometri*.

2.3. Kalibrasi

Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan *Vocabulary of International Metrology* (VIM), kalibrasi merupakan adalah serangkaian aktifitas yang menciptakan hubungan antara nilai yang diperoleh dari alat ukur atau sistem

pengukuran, atau nilai yang mewakili bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dengan satuan yang diukur pada situasi tertentu. Dengan kata lain, kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional untuk satuan ukuran dan/atau internasional. Tujuan kalibrasi adalah untuk mencapai ketertelusuran pengukuran. Hasil pengukuran dapat dikaitkan/ditelusur sampai ke standar yang lebih tinggi/teliti (standar primer nasional dan/atau internasional), melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus.

2.4. Pengukuran

Pengukuran merupakan suatu aktifitas dan atau tindakan membandingkan suatu besaran yang belum diketahui nilainya atau harganya terhadap besaran lain yang sudah diketahui nilainya, misalnya dengan besaran standar (Martani & Endarko, 2014). Pekerjaan membandingkan tersebut tiada lain adalah pekerjaan pengukuran atau mengukur. Sedangkan pembandingnya yang disebut sebagai alat ukur. Pengukuran banyak sekali dilakukan dalam bidang teknik atau industri. Sedangkan alat ukurnya sendiri banyak sekali jenisnya, tergantung dari banyak faktor, misalnya objek yang diukur serta hasil yang di inginkan. Yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran adalah:

1. Standart yang dipakai harus memiliki ketelitian yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan
2. Tata cara pengukuran dan alat yang digunakan harus memenuhi persyaratan.

Pengetahuan yang harus dimiliki adalah bagaimana menentukan besaran yang akan diukur, bagaimana mengukurnya dan mengetahui dengan apa besaran tersebut harus diukur. Ketiga hal tersebut harus mutlak dimiliki oleh orang yang akan melakukan pengukuran.

Pengetahuan akan alat ukur dan objek yang dihadapi adalah suatu syarat agar pengukuran yang benar dapat dilakukan. Ini juga berarti bahwa cara melakukan pengukuran yang benar akan diperoleh, jika objek yang dihadapi dapat diketahui disamping pengetahuan tentang prinsip kerja dari alat ukur juga harus dikuasai.

2.4.1. Metode Pengukuran

Pada pengukuran, ada dua metode untuk melakukannya yaitu:

1. Metode pengukuran langsung

Pengukuran dikatakan pengukuran langsung bila alat ukurnya atau pembandingnya standart, yaitu suatu pengukuran yang mempunyai nilai standart, misalnya ukuran panjang dan berat.



Gambar 3. Metode pengukuran langsung.

2. Metode pengukuran tidak langsung

Pengukuran dikatakan tidak langsung bila pembandingnya adalah suatu yang telah dikalibrasikan terhadap besaran standart, misalnya transmitter. Karena sulitnya untuk mendapatkan alat ukur standar, sedangkan besaran yang akan diukur banyak sekali macamnya, maka teknologi telah menghasilkan banyak cara untuk menghasilkan alat ukur tidak langsung. Berdasarkan pada peranan dalam fungsinya dapat dibedakan:

- a. Alat ukur penunjuk: misalnya ammeter, voltmeter, termometer, dan lain-lain.
- b. Alat ukur perekam/rekorder: misalnya rekorder temperatur, rekorder tekanan dan lain-lain.

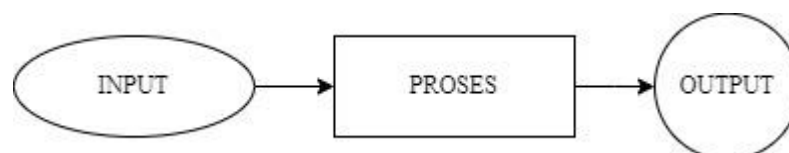
- c. Alat ukur pengendali : misalnya pengendali temperatur (thermostat) pada pemanas air, strika listrik dan lain-lain.



Gambar 4. Metode pengukuran tidak langsung.

2.4.2. Prinsip Alat Ukur

Klasifikasi alat ukur dapat dilakukan berdasarkan aplikasinya, berdasarkan bidangnya dan lain-lain. Untuk alat ukur tidak langsung apapun jenisnya terdapat tiga bagian, yaitu : *input*, proses, dan *output*. Yang digambarkan pada blok diagram di bawah:



Gambar 5. Sistem dasar alat ukur.

Bagian *input* adalah bagian dari alat ukur yang membaca atau merasakan serta mencari informasi dari besaran yang dikehendaki dari objek pengukuran. Bagian ini sering pula dikenal sebagai sensor atau transmitter. Bagian pemroses adalah bagian dari alat ukur yang berfungsi sebagai pengolah informasi yang didapat dari sensor, kemudian dijadikan informasi baru yang lebih mempunyai arti atau makna. Selanjutnya bagian *output* adalah bagian dari alat

ukur yang bertugas menyajikan hasil pengukuran yang dikelurakan oleh bagian pemroses dalam bentuk informasi yang mudah dimengerti untuk keperluan selanjutnya, bagian ini misalnya display digital atau dekoder. Mengetahui bagian-bagian dari alat ukur diatas secara mendasar adalah perlu, agar pengukuran dapat dilakukan dengan benar dan hasil yang benar pula.

2.5. Penelitian Terdahulu

2.5.1. *Low-Cost Turbidity Sensor for Low-Power Wireless Monitoring of Fresh-Water Courses*

Berdasarkan penelitian (Wang *et al.*, 2018). Makalah ini melaporkan desain sensor kekeruhan berbiaya rendah untuk aplikasi pemantauan kualitas air *on-line* berkelanjutan. Pengukuran kekeruhan oleh ilmuwan pertanian dan lingkungan dibatasi oleh biaya saat ini dan fungsionalitas instrumen komersial yang tersedia. Meskipun ada sejumlah sensor kekeruhan murah yang dieksploitasi dalam 'barang putih' domestik, seperti mesin pencuci piring, kurangnya sensitivitas, dan penggunaan daya perangkat ini membuatnya tidak cocok untuk tujuan pemantauan kualitas air tawar. Pengenalan protokol dan perangkat keras nirkabel baru-baru ini, yang terkait dengan konsep '*Internet of-Things*' untuk penginderaan dan kontrol otonom mesin-ke-mesin, telah memungkinkan sistem pemantauan kekeruhan air cerdas jaringan skala besar yang mengimplementasikan sensor yang relatif murah menjadi dikembangkan. Sensor yang diusulkan menggunakan prinsip deteksi cahaya yang ditransmisikan dan ortogonal (90 derajat), dan biayanya 2-3 kali lipat lebih rendah dibandingkan dengan sensor kekeruhan komersial yang ada. Dengan LED inframerah 850-nm, dan fotodetektor ortogonal ganda, desain yang diusulkan mampu mengukur kekeruhan dalam kisaran 0–1000 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) dengan akurasi dan ketahanan

yang lebih baik dibandingkan dengan sensor kekeruhan berbiaya rendah yang ada. Kombinasi unit deteksi cahaya ortogonal dan yang ditransmisikan memberikan resolusi tinggi dan penginderaan akurasi 0–200 NTU dan kemampuan penginderaan resolusi dan akurasi 0–1000 NTU yang lebih rendah. Hasil dari percobaan kalibrasi disajikan, yang membuktikan bahwa desain sensor yang diusulkan menghasilkan pembacaan kekeruhan yang sebanding dengan sensor kekeruhan komersial.

2.5.2. *An Affordable Open-Source Turbidimeter*

Berdasarkan penelitian (Kelley *et al*, 2014). Kekeruhan adalah kriteria yang diakui secara internasional untuk menilai kualitas air minum, karena partikel koloid dalam air keruh dapat menampung patogen, secara kimiawi mengurangi desinfektan pengoksidasi, dan menghalangi upaya untuk mendisinfeksi air dengan radiasi ultraviolet. *Turbidimeter* adalah instrumen elektronik/optik yang menilai kekeruhan dengan mengukur hamburan cahaya yang melewati sampel air yang mengandung partikel koloid tersebut. *Turbidimeter* komersial berharga ratusan atau ribuan dolar, menempatkannya di luar jangkauan komunitas sumber daya rendah di seluruh dunia. *Turbidimeter open-source* yang terjangkau berdasarkan sensor frekuensi cahaya tunggal dirancang dan dibangun, dan dievaluasi terhadap turbidimeter komersial portabel. Produk akhir, yang didasarkan pada penelitian ekstensif yang dipublikasikan, dimaksudkan untuk mengkatalisasi perkembangan lebih lanjut dalam pemantauan air dan sanitasi yang terjangkau.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

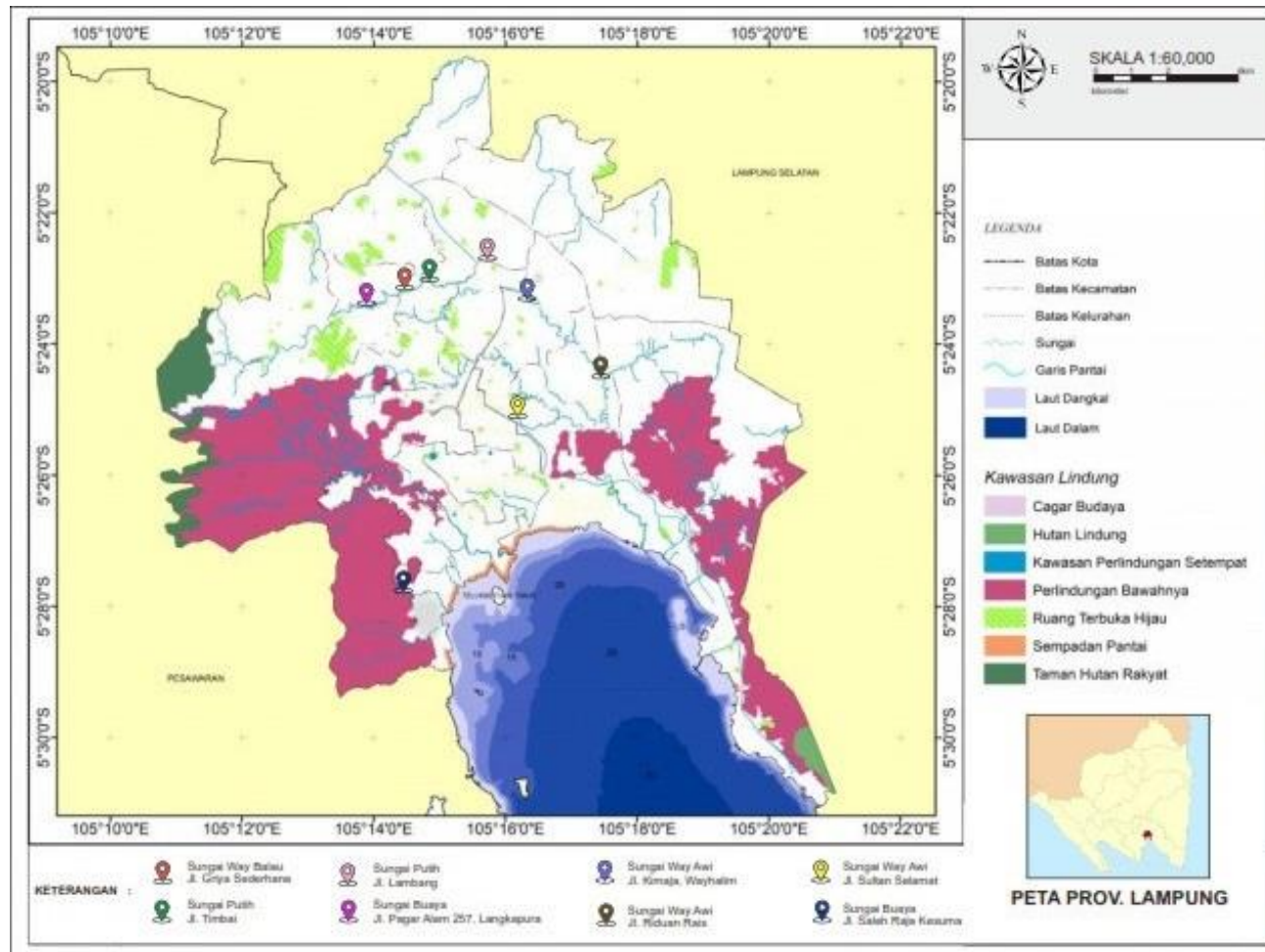


Gambar 6. Diagram alir penelitian.

3.2. Lokasi Penelitian

Titik pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 7. Penelitian ini dilakukan dengan data sampel yang diambil pada beberapa sungai yang ada di Kota Bandar Lampung di antaranya:

- Sungai Way Awi, pada: Jl. Sultan Selamat Kedamaian, Jl. Ki Maja Way Halim, dan Jl. Riduan Rais Kedamaian



Gambar 7. Lokasi pengambilan data sampel untuk penelitian.

- Sungai Buaya, pada: Jl. Pagar Alam 237, Langkapura dan Jl. Saleh Raja Kusuma
- Sungai Way Belau, pada Jl. Griya Sederhana
- Sungai Putih, pada Jl. Lambang dan Jl. Timbai

3.3. Peralatan Penelitian

3.3.1. Alat Ukur Sedimen Tersuspensi Berbasis *Turbidity Sensor*

Terdiri dari beberapa komponen yang dirangkai *input* dan *output* nya yang dihubungkan dengan rangkaian *mikrokontroler*. Rangkaian input meliputi sensor kekeruhan, sensor kecepatan aliran, dan sensor posisi dan waktu. Sedangkan untuk rangkaian output yaitu SIM 900A GSM/GPRS Module. Kemudian dibuatkan program berdasarkan pada pengendali utamanya yaitu *mikrokontroler* Arduino Uno R3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman Arduino. Program yang dibuat, disimpan dengan *ekstensi* [**.ino*] hal ini disebabkan Arduino Uno R3 yang digunakan merupakan bagian dari *mikrokontroler* Arduino yang memiliki *compiler* sendiri yang dinamakan Arduino IDE. File ini kemudian di-*compile* lalu di *upload* ke *mikrokontroler* dengan menggunakan kabel *USB* sehingga *mikrokontroler* dapat bekerja sebagai pengendali sistem sesuai kinerja yang diinginkan.



Gambar 8. Alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *Turbidity Sensor* (NTU-18).

Komponen-komponen yang ada pada alat ini ialah sebagai berikut:

1. *Turbidity Sensor*

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi turbiditas air sebagai parameter kualitas air. Sensor yang digunakan bertipe TS-300B seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Turbidity Sensor* TS-300B.

2. *Water Flow Sensor*

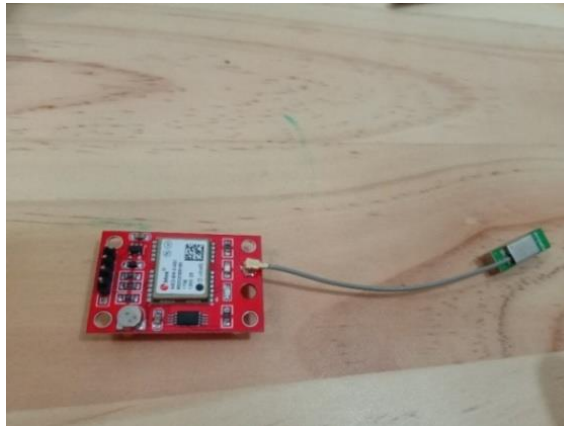
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kecepatan arus pada aliran sungai. Sensor yang digunakan bertipe YF-S201 yang memiliki luas penampang tangkapan sebesar 0,5 inci seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. *Water Flow Sensor* YF-S201.

3. *Real Time Clock (RTC) and Position Sensor*

Sensor yang dapat menentukan letak posisi di permukaan bumi, sekaligus dapat menentukan waktu secara *real-time*. Alat sensor yang digunakan ialah GPS tipe Ublox m6 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. GPS tipe Ublox m6.

4. *Kontroler*

Kontroler yang digunakan adalah *mikrokontroler* Arduino Uno dengan sistem terbuka. Sistem terbuka memastikan aplikasi pengukuran ini bisa direplikasi dengan murah dan mudah. Komponen ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. *Mikrokontroler* arduino uno.

5. *Data Logger*

Data logger berfungsi sebagai alat untuk mencatat data atau data logging dari sensor. *Data logger* berbasis *sd card* digunakan untuk dapat menyimpan data dengan jumlah yang besar.

Komponen yang digunakan ialah *Data logger shield* tipe RTC V1.0 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. *Data logger shield* RTC V1.0.

6. *Adaptor power supply*

Adaptor power supply berfungsi sebagai sumber energi dari rangkaian alat. Dihubungkan dengan kontroller melalui kabel USB, sehingga mudah dibongkar-pasang untuk diisi daya atau diganti. *Power supply* yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 10050 mAh seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. *Adaptor power supply* 10050 mAh.

3.3.2. *Turbidimeter Nephelometer* Jenis SGZ-200BS



Gambar 15. *Turbidimeter Nephelometer* Jenis SGZ-200BS.

Turbidimeter Nephelometer SGZ-200BS seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. Dirancang untuk pengukuran kekeruhan sesuai dengan standar pengukuran kekeruhan internasional ISO 7027, dan menyediakan pengukuran dalam satuan NTU. Merupakan alat ukur turbiditas air yang sudah terverifikasi. Alat ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

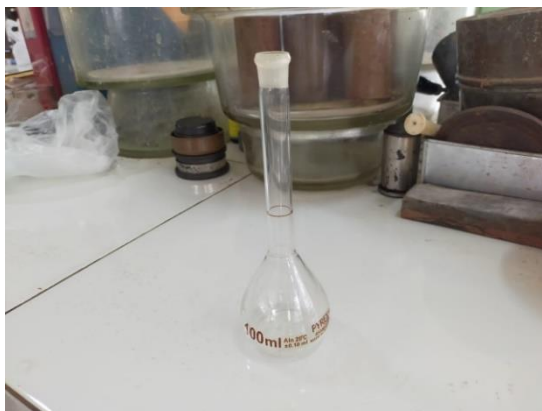
<i>Measuring range</i> (NTU)	= 0~200
<i>Minimum display</i> (NTU)	= 0.1
<i>Zero drift</i>	= 1.5%(F.S30min)
<i>Display value stability</i>	= 1.5%(F.S30min)
<i>Repeatability</i>	= 2%

Pada penelitian ini, alat *Turbidimeter* SGZ-200BS digunakan sebagai pembanding alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor*. Hasil pengukuran dari alat *Turbidimeter* SGZ-200BS dianggap sebagai nilai kekeruhan yang sebenarnya.

3.3.3. Peralatan Uji Laboratorium

1. Piknometer

Piknometer berfungsi untuk mengukur nilai volume dari suatu zat cair. Pada penelitian ini piknometer digunakan untuk membaca volume sampel yang sudah diambil secara manual di masing-masing titik pengambilan. Piknometer yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Piknometer 100 ml.

2. Neraca digital

Pada penelitian ini neraca digital digunakan untuk mengetahui berat sampel yang sudah diukur volumenya pada piknometer. Neraca digital yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Neraca digital.

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Mencari dan mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan penelitian. Referensi didapatkan dari buku, jurnal, atikel, dan laporan penelitian.

2. Persiapan Alat

Memastikan perangkat baik perangkat keras maupun perangkat lunak dari alat NTU-18 dan *Turbidimeter Nephelometer* Jenis SGZ-200BS berfungsi sebagaimana mestinya, dan melakukan prosedur penggunaan alat yang harus dilakukan sebelum pengambilan sampel.

3. Pengambilan Sampel

Pengeruhan turbiditas air dilakukan menggunakan dua alat yang hendak dibandingkan pada waktu yang bersamaan. Dilakukan menggunakan alat ukur sedimen tersuspensi tersuspensi berbasis turbidity sensor (NTU-18) dan *turbidimeter nephelometer* jenis SGZ-200BS. Di waktu yang bersamaan dengan pengukuran turbiditas, sampel air juga diambil lalu di simpan ke dalam sebuah wadah untuk diuji di laboratorium. Sampel diambil secara langsung di beberapa titik sungai yang sudah ditentukan.

a. Prosedur penggunaan alat ukur

- Alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor* (NTU-18)
 - 1) Hidupkan instrumen dengan menghubungkan sistem dengan *power supply*.
 - 2) Cek lampu led sd card, jika hidup maka data tidak akan tercatat. Reset sistem sampai lampu led mati.
 - 3) Letakkan instrumen di luar ruangan sampai lampu GPS berkelap-kelip (GPS sudah lock on position) kurang lebih selama 2-3 menit.

- 4) Lakukan kalibrasi sensor kekeruhan/*turbidity* dengan cara memasukkan sensor pada sample air jernih. Titik kekeruhan ini akan diambil sebagai kekeruhan 0 NTU. Bias dari pengukuran akan dikurangi dari titik pengukuran air jernih ini.
- Turbidimeter nephelometer jenis SGZ-200BS
 - 1) Hidupkan instrumen dengan menekan tombol *power* yang ada di sisi kiri, kemudian tunggu alat selama 15 menit.
 - 2) Bersihkan bagian dalam maupun luar sel uji, dan pastikan bebas dari adanya lecet yang signifikan.
 - 3) Kumpulkan sampel yang representatif dalam wadah bersih.
 - 4) Tempatkan larutan kekeruhan nol di sel pengukur, sel sampel harus diarahkan ke garis orientasi putih dalam pengukuran. Kemudian tutup tutupnya dan tekan "CAL" jendela tampilan akan menunjukkan "0,0", tekan "Enter" setelah larutan kekeruhan nol dikonfirmasi dimasukkan ke dalam sel pengukur. Ini akan menghitung mundur 15 detik saat instrumen masuk ke pemrosesan kalibrasi. Instrumen akan masuk ke prosedur pengukuran ketika kalibrasi nol selesai.
 - 5) Tekan "CAL" dua kali dan masuk ke kalibrasi skala penuh, tempatkan larutan standar skala penuh di sel pengukuran setelah nilai skala penuh muncul di jendela. Sementara itu, sel sampel harus dipusatkan pada garis orientasi putih pada saat itu. Kemudian tutup tutupnya dan tekan "Enter", instrumen masuk ke pemrosesan kalibrasi skala penuh. Instrumen akan masuk ke langkah pengukuran secara otomatis setelah hitungan mundur 15 detik dan kalibrasi skala penuh selesai. (ketika deviasi solution kalibrasi besar, itu akan menampilkan Err!, berhenti bekerja, matikan, pengguna harus membuat ulang solusi standar, ulangi prosedur di atas e,f).
- b. Prosedur uji besaran partikel dalam air
 - 1) Siapkan sampel air uji yang sudah diambil pada sebuah wadah.

- 2) Piknometer kosong dibersihkan dan dikeringkan, kemudian ditimbang beratnya.
 - 3) Isi piknometer dengan air suling sampai mencapai garis 100 ml, kemudian ditimbang beratnya.
 - 4) Kosongkan piknometer yang berisi air suling, kemudian bersihkan.
 - 5) Kocok wadah sampel air uji sampai partikel tercampur rata, isi piknometer dengan air sampel uji sampai mencapai garis 100 ml, kemudian ditimbang beratnya. Dilakukan sebanyak 3 kali.
4. Pengolahan Data dan Kalibrasi Alat
- Mengolektifkan dan merangkum data sampel dari hasil pengukuran kekeruhan air menggunakan alat ukur sedimentasi tersuspensi berbasis *turbidity sensor* (NTU-18), *turbidimeter nephelometer* jenis SGZ-200BS, dan uji laboratorium sedimen tersuspensi. Kemudian dari data yang sudah didapat, dianalisa hubungan antara kedua alat pengukur kekeruhan dan hubungan antara satuan NTU dan mg/L. Hubungan antara kedua alat ukur berfungsi sebagai kalibrasi alat ukur buatan untuk mengetahui replikasi perilaku dari alat ukur buatan (NTU-18). Hubungan antara satuan NTU dan mg/L berfungsi sebagai faktor konversi antara keduanya.
5. Kesimpulan
- Mengambil kesimpulan dari hasil pengolahan data. Sudah sesuai atau tidaknya ketelitian output yang dikeluarkan oleh alat ukur. Kesimpulan diambil berdasarkan pengujian yang dilakukan melalui uji kalibrasi dan uji konversi satuan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil dari penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat ukur mampu beroperasi dengan baik dan tanpa masalah. Alat berhasil memberikan presisi relatif, waktu respons, dan jumlah prosedur yang praktis, sehingga efisiensi pekerjaan dapat ditingkatkan.
2. Didapatkan fungsi hubungan dari alat NTU-18 dan SGZ-200 yang bergradien mendekati atau sama dengan 1, dan memiliki keterwakilan data yang baik terhadap kurva regresi. Sehingga alat ukur sedimen tersuspensi berbasis *turbidity sensor* sudah terkalibrasi dan memiliki kemampuan pengukuran yang baik.
3. Didapatkan fungsi hubungan konversi antara satuan mg/L dengan NTU hasil pembacaan kedua *turbiditymeter*. Dari hasil yang didapat, kedua indikator pada masing-masing kurva mendapatkan persamaan yang cocok. Keterwakilan data antara kedua indikator memiliki taraf yang sama baiknya terhadap masing-masing kurva regresi.

5.2. Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah:

1. Untuk melakukan pengukuran dengan kualitas air yang bervariasi dengan skala rentang lebih besar.
2. Untuk melakukan percobaan uji konsistensi sensor melalui perbedaan variasi variabel hambatan dan tegangan listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, D. M. 2019. Analisis Kualitas Air Sumur Di Desa Candikuning Kecamatan Baturiti. *Media Komunikasi Geografi*, 19(2), 147-152.
- Bardan, M. 2021. Analisis Pengaruh Lebar Saluran Kaca Pada Kedudukan Relatif Datar Terhadap Terjadinya Angkutan Sedimen. *CivETech*, 3(2), 23-41.
- Cahyadi, A., Ayuningtyas, E. A., & Prabawa, B. A. 2013. Urgensi Pengelolaan Sanitasi Dalam Upaya Konservasi Sumberdaya Air Di Kawasan Karst Gunungsewu Kabupaten Gunungkidul. *Indonesian Journal of Conservation*, 2(1). 23-32.
- Faisal, M., Harmadi, H., & Puryanti, D. 2016. Perancangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Secara Realtime Menggunakan Sensor TSD-10. *Jurnal Ilmu Fisika Universitas Andalas*, 8(1), 9-16.
- Gemilang, W. A., Rahmawan, G. A., Dhiauddin, R., & Wisna, U. J. 2018. Karakteristik Sebaran Sedimen Pantai Utara Jawa Studi Kasus: Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2), 65-74.
- Gintings, P. 1992. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Grobbelaar, J. U. 2009. Turbidity. In *Encyclopedia of Inland Waters*. 699–704.
- Ikhsan, M. A. 2018. Pendeteksi Kekeruhan Air di Tandon Rumah Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Qua Teknika*, 8(2), 17-29.
- Indra, S., Aditama, V., & Yuwono, E. 2022. Penataan Kawasan Daerah Aliran Sungai Brangbiji Sumbawa Sebagai Sarana Wisata Kota Untuk Meningkatkan Ekonomi Masyarakat. *Prosiding SEMSINA*, 3(1), 31-36.
- Indriastuti, A., & Nafiah, Z. 2017. Pengaruh Volume Perdagangan, Kurs dan Risiko Pasar Terhadap Return Saham. *Journal of STIE Semarang*, 9(1), 72-90.
- International Standardization Organization. 2005. ISO/IEC 17025:2005 “General Requirements for The Competence of Testing and Calibration Laboratories”. Switzerland: ISO Org.

- Kelley, C. D., Krolick, A., Brunner, L., Burklund, A., Kahn, D., Ball, W. P., & Weber-Shirk, M. 2014. An Affordable Open-Source Turbidimeter. *Sensors*, 14(4), 7142-7155.
- Kurnia, R., Aminudin, A., & Iryanti, M. 2019. Rancangan Sistem Alat Ukur Turbidity Untuk Monitoring Kekeruhan Air Kolam Tambak Udang. In *Seminar Nasional Fisika*, 1(1), 449-454.
- Martani, M., & Endarko, E. 2014. Perancangan Dan Pembuatan Sensor TDS Pada Proses Pengendapan CaCO_3 Dalam Air Dengan Metode Pelucutan Elektron Dan Medan Magnet. *Berkala Fisika*, 17(3), 99-108.
- Mulyanto. 2007. *Sunga Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Pangestu, H., & Hakki, H. 2013. Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), 103-109.
- Sudira, I. W., Mananoma, T., & Manalip, H. 2013. Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Mansahan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 3(1). 54-57.
- Susfalk, R.B., Fitzgerald, B., and Knust, A.M., 2008. Suspended solids in the Upper Carson River, Nevada. Desert Research Institute, DHS, (Publication No. 41242), 61.
- Wang, Y., Rajib, S. S. M., Collins, C., & Grieve, B. 2018. Low-Cost Turbidity Sensor For Low-Power Wireless Monitoring Of Fresh-Water Courses. *IEEE Sensors Journal*, 18(11), 4689-4696.