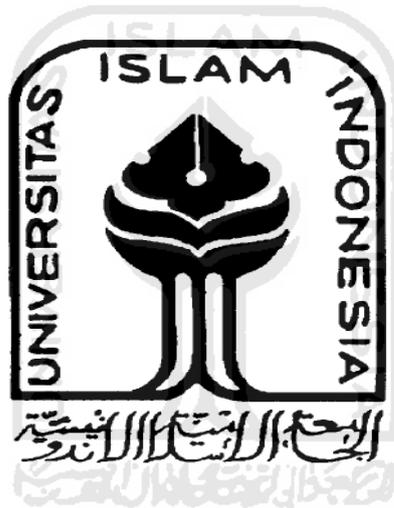


LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

PENENTUAN KANDUNGAN *DISSOLVED OXYGEN*, *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* ANAK SUNGAI BENGAWAN SOLO DI BADAN LINGKUNGAN HIDUP (BLH) SUKOHARJO

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Ahli Madya (A. Md.) Analis Kimia Program D III Analis Kimia



Disusun oleh:

Novi Nurika

NIM: 13231041

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2016

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

PENENTUAN KANDUNGAN *DISSOLVED OXYGEN*, *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* ANAK SUNGAI BENGAWAN SOLO DI BADAN LINGKUNGAN HIDUP (BLH) SUKOHARJO

DETERMINATION OF DISSOLVED OXYGEN, BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND AND TOTAL SUSPENDED SOLID OF TRIBUTARY BENGAWAN SOLO IN BLH SUKOHARJO



Disusun oleh:

Novi Nurika

NIM: 13231041

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

PENENTUAN KANDUNGAN *DISSOLVED OXYGEN*, *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* ANAK SUNGAI BENGAWAN SOLO DI BADAN LINGKUNGAN HIDUP (BLH) SUKOHARJO

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Novi Nurika

NIM: 13231041

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan
Program Studi D III Analis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
Pada tanggal 12 Agustus 2016

Menyetujui,

Ketua Program Studi

Pembimbing



Theorikul Huda, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316003

Reni Banowati I, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316002

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

PENENTUAN KANDUNGAN *DISSOLVED OXYGEN*, *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* ANAK SUNGAI BENGAWAN SOLO DI BADAN LINGKUNGAN HIDUP (BLH) SUKOHARJO

Dipersiapkan dan disusun oleh:

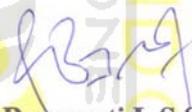
Novi Nurika

NIM: 13231041

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 12 Agustus 2016

Susunan Tim Penguji

Pembimbing/Penguji



Reni Banowati I, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316002

Penguji I



Yuli Rohyami, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316004

Penguji II



Puji Kurniawati, M.Sc.
NIK. 132311103

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA UII



Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D.
NIK. 966120101



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Praktik Kerja Lapangan ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, 12 Agustus 2016

Amel

Novi Nurika



MOTTO

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu.

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

Man Jadda Wa Jadda”

Jatuh berdiri lagi, kalah mencoba lagi, gagal bangkit lagi

Jangan menyerah sebelum berusaha

Tetap tabah menghadapi semua cobaan



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim. Ucapan tanpa batas untuk Yang Maha Kuasa, **Allah SWT** atas setiap nafasku dan keberkahanNya. Shalawat serta salam bagi junjunganku, Nabi **Muhammad SAW** atas teladannya.

Terima kasih kepada kedua orang tua ku atas cinta dan doa tulus yang tak pernah putus, yang selalu memberikan semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.

Kepada kakak-kakak ku serta adik ku terima kasih telah memberikan semangat dan dukungannya.

Terimakasih yang tak terhingga buat dosen-dosen ku, terutama pembimbingku ibu Reni Banowati I., M.Sc. yang tak pernah lelah dan sabar memberikan bimbingan dan arahan kepada ku.

Terimakasihku juga ku persembahkan kepada para sahabatku yang senantiasa menjadi penyemangat serta telah membantuku, memberikan dukungan, mendengar setiap keluh kesahku dan menemani disetiap hariku, serta buat sahabat NO'C terima kasih atas waktu yang telah kalian berikan , terimakasih selalu menghiburku saat penat melanda di sela-sela tugas akhir ini.

Teruntuk teman-teman analis kimia 013 yang selalu membantu, berbagi keceriaan dan melewati setiap suka dan duka selama kuliah, terimakasih banyak. "Tiada hari yang indah tanpa kalian semua"

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya sehingga Laporan Praktik Kerja Lapangan dengan judul Penentuan Kandungan *Dissolved Oxygen*, *Biochemical Oxygen Demand* dan *Total Suspended Solid* Anak Sungai Bengawan Solo di Badan Lingkungan Hidup (BLH) Sukoharjo dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak penyimpangan yang dapat mempengaruhi kualitas air, sehingga pengujian tersebut dapat diketahui apakah kualitas air sungai tersebut masuk Baku Mutu Air yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

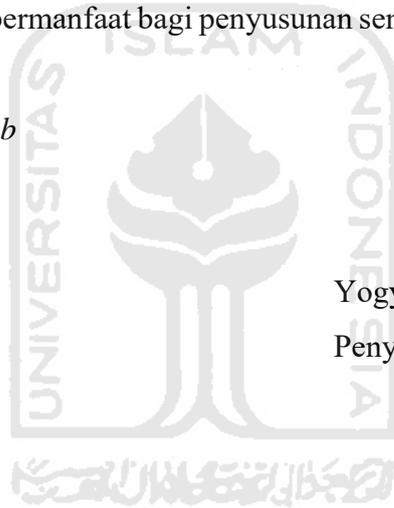
Laporan Praktik Kerja Lapangan ini didasarkan sebagai persyaratan kelulusan dari Program DIII Analis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia. Praktik Kerja Lapangan dapat terselenggara hingga tersusunnya laporan ini, tidak lepas dari bimbingan dan pengaruh berbagai pihak. Untuk itu, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Thorikul Huda, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi DIII Analis Kimia fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Reni Banowati I, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan yang selalu memberikan masukan, kritikan, arahan dan saran sehingga penulisan laporan ini dapat selesai.

4. Bapak Purwanto Adi Nugroho, STP, MM selaku pembimbing instansi yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk melakukan Praktik Kerja Lapangan di BLH sukoharjo.
5. Orang tua kami, yang telah memberikan dukungan dan doa atas kelancaran dalam pembuatan laporan ini.
6. Teman-teman kami, yang telah memberikan support serta doa atas selesainya penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan Laporan Praktikum Kerja Lapangan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusunan sendiri maupun semua pihak yang terkait.

Wassalamu'alaikum, wr.wb



Yogyakarta, 12 Agustus 2016
Penyusun,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2 DASAR TEORI	4
2.1 Sejarah Singkat Instansi.....	4
2.2 Visi dan Misi	5
2.3 Kebijakan Mutu Laboratorium	5
2.4 Sungai	6
2.4.1 Definisi dan Klasifikasi Sungai.....	6
2.4.2 Daerah Aliran Sungai	6
2.4.3 Anak Sungai Bengawan Solo	7
2.5 Pencemaran Air	8
2.5.1 Definisi dan Sumber	8
2.5.2 Indikator Pencemar Air	9
2.5.3 Komponen Pencemar Air.....	12
2.6 Pengendalian Pencemaran Air.....	12
2.7 Baku Mutu Air sungai	13

2.8 Metode Analisis	14
2.8.1 Pengukuran BOD	14
2.8.2 Pengukuran TSS	16
2.9 Nilai Ketidakpastian	16
BAB 3 METODOLOGI	18
3.1 Alat	18
3.2 Bahan	18
3.3 Prosedur Kerja	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Penentuan DO dan BOD	23
4.1.1 Penentuan <i>Disolved Oxygen</i> (DO)	23
4.1.2 Penentuan <i>Biochemical Oxygen Demand</i>	26
4.2 Penentuan TSS	27
4.3 Penentuan Nilai Ketidakpastian Pengukuran	30
4.3.1 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD	30
4.3.2 Penentuan Ketidakpastian Kadar TSS	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Standarisasi.....	50
Lampiran 2. Analisis BOD.....	51
Lampiran 3. Penentuan Kadar TSS.....	55
Lampiran 4. Estimasi Ketidakpastian Normalitas.....	57
Lampiran 5. Penentuan Ketidakpastian DO_0	60
Lampiran 6. Penentuan Ketidakpastian DO_5	66
Lampiran 7. Penentuan Ketidakpastian BOD	73
Lampiran 8. Penentuan Ketidakpastian TSS.....	77
Lampiran 9. Titik Sampling Sungai Langsung	89
Lampiran 10. Titik Sampling Sungai Tanggul.....	90
Lampiran 11. Titik Sampling Sungai Premulung	91



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1.	Nilai Oksigen Terlarut Pada anak Sungai Bengawan Solo ..	25
Gambar 4.2.	Nilai Kadar BOD anak Sungai Bengawan Solo	27
Gambar 4.3.	Kadar TSS pada anak Sungai Bengawan Solo	29
Gambar 4.4.	Skema Kerja Standarisasi Natrium Tiosulfat	31
Gambar 4.5.	Skema Penentuan Kadar Oksigen Terlarut.....	31
Gambar 4.6.	Diagram Tulang Ikan Normalitas Natrium Tiosulfat	33
Gambar 4.7.	Diagram Tulang Ikan Pengukuran DO	34
Gambar 4.8.	Diagram Tulang Ikan Pengukuran BOD	34
Gambar 4.9.	Skema Kerja Penentuan Kadar TSS.....	40
Gambar 4.10.	Diagram Tulang Ikan total padatan tersuspensi	41



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Kelas Air.....	14
Tabel 4.1. Hasil Parameter Kimia.....	23
Tabel 4.2. Kadar Total Suspended Solid(TSS).....	28
Tabel 4.3. Sumber Nilai Ketidakpastian	35
Tabel 4.4. Kadar BOD dengan Memperhitungkan Ketidakpastian	37
Tabel 4.5. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD Sungai Langsur Titik 1	37
Tabel 4.6. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD Sungai Langsur Titik 2	38
Tabel 4.7. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD Sungai Tanggul Titik 1	38
Tabel 4.8. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD Sungai Tanggul Titik 2.....	38
Tabel 4.9. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD Sungai Premulung Titik 1.....	39
Tabel 4.10. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD Sungai Premulung Titik 2.....	39
Tabel 4.11. Kadar TSS dengan Memperhitungkan Ketidakpastian	42
Tabel 4.12. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar TSS Sungai Langsur Titik 1	43
Tabel 4.13. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar TSS Sungai Langsur Titik 2	43
Tabel 4.14. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar TSS Sungai Tanggul Titik 1	43
Tabel 4.15. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar TSS Sungai Tanggul Titik 2.....	43
Tabel 4.16. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar TSS Sungai Premulung Titik 1.....	44
Tabel 4.17. Faktor Penyumbang Ketidakpastian Pengukuran Kadar TSS Sungai Premulung Titik 2.....	44

PENENTUAN KANDUNGAN *DISSOLVED OXYGEN*, *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* DAN *TOTAL SUSPENDED SOLID* ANAK SUNGAI BENGAWAN SOLO DI BADAN LINGKUNGAN HIDUP (BLH) SUKOHARJO

Program D III Analis Kimia FMIPA UII
Jl. Kaliurang Km 14.5, Yogyakarta 55584

Novi Nurika

Email : novinurika13@gmail.com

INTISARI

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat di dalam air. Penentuan kadar BOD diperoleh dari selisih hasil antara nilai DO_5 dan DO_0 . *Total Suspended Solid* (TSS) adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas *millipore* berpori-pori 0,45 μm . Peningkatan padatan tersuspensi akan berakibat pada kekeruhan. Penentuan ini bertujuan untuk menetapkan konsentrasi BOD dan TSS di anak Sungai Bengawan Solo yang digunakan sebagai parameter pengukuran beban pencemaran pada air sungai. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, menunjukkan bahwa sampel air sungai tersebut masuk pada Kelas Mutu Air I, Kelas Mutu Air II, dan Kelas Mutu Air III dengan konsentrasi belum melebihi batas yang telah ditetapkan untuk BOD Kelas I yaitu sebesar 2 mg/L, Kelas II yaitu 3 mg/L dan Kelas III yaitu sebesar 6 mg/L. Pada baku mutu TSS kelas I dan II yaitu sebesar 50 mg/L dan Kelas III yaitu sebesar 400 mg/L. Hasil pengukuran didapatkan kadar BOD dan TSS dengan memperhitungkan nilai ketidakpastian untuk Sungai Langsur, Sungai Tanggul dan Sungai Premulung pada titik 1 dan 2 untuk kadar BOD berturut-turut adalah $3,03 \pm 0,09$; $0,77 \pm 0,02$; $2,16 \pm 0,07$; $1,82 \pm 0,06$; $4,22 \pm 0,13$ dan $2,31 \pm 0,07$ mg/L. Kadar TSS $182,00 \pm 3,83$; $224,00 \pm 4,72$; $120,00 \pm 2,53$; $32,00 \pm 0,68$; $82,00 \pm 1,74$ dan $16,00 \pm 0,34$ mg/L.

Kata kunci : *BOD, DO, TSS, ketidakpastian pengukuran.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan tempat berkumpulnya air dari lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. Daerah sekitar sungai yang mensuplai air ke sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi aktifitas dan perilaku penghuninya. Umumnya daerah hulu memiliki kualitas air yang lebih baik daripada daerah hilir. Daerah hulu relatif sederhana dan bersifat alami seperti hutan dan perkampungan kecil hal ini dilihat dari sudut pemanfaatan lahan. Semakin ke arah hilir keragaman pemanfaatan lahan meningkat. Sejalan dengan hal tersebut suplai limbah cair dari daerah hulu menuju hilir semakin meningkat. Daerah hilir akhirnya merupakan tempat akumulasi dari proses pembuangan limbah cair yang dimulai dari hulu (Wiwoho, 2005).

Sungai yang berfungsi sebagai wadah pengaliran air selalu berada di posisi paling rendah dalam lanskap bumi. Oleh karena itu kondisi sungai tidak dapat dipisahkan dari kondisi daerah aliran sungai menurut Peraturan Pemerintah 38 Tahun 2011 tentang Sungai. Perubahan pola pemanfaatan lahan menjadi lahan pertanian, tegalan dan permukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu daerah aliran sungai.

Air adalah salah satu unsur yang sangat penting bagi lingkungan hidup. Lingkungan dapat dikatakan baik jika unsur-unsur yang menyusun lingkungan tetap terpelihara. Terjadinya pencemaran air sebagai akibat kegiatan masyarakat yang beraneka ragam serta kegiatan industri akan berakibat buruk bagi lingkungan. Pencemaran air ini dapat terjadi karena buangan limbah cair yang dihasilkan oleh industri atau pabrik yang tidak dikelola sebagaimana mestinya dan dibuang begitu saja ke aliran air atau permukaan tanah di sekitarnya. Hal ini berarti bahwa pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan harus dilakukan secara bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang

akan datang. Namun, sebagai akibat dari pesatnya proses pembangunan di segala bidang, baik bidang pertanian, peternakan, industri dan lain-lain, serta laju pertumbuhan penduduk yang sangat cepat seringkali pemanfaatan air tidak lagi dilakukan sebagaimana mestinya. Hal ini memberikan dampak negatif yang tidak sedikit yaitu mempengaruhi baik sifat fisik maupun sifat kimia air, sehingga menurunkan kualitas air (Mahida, 1986).

Peningkatan kegiatan penduduk baik dalam hal industri, pertanian maupun pemukiman di Kabupaten Sukoharjo menyebabkan peningkatan buangan limbah (Darmanto, 2011). Selama ini sungai dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah dari aktifitas-aktifitas tersebut seperti Sungai Langsur, Sungai Tanggul dan Sungai Premulang yang merupakan anak Sungai Bengawan Solo.

Kualitas air ditentukan oleh berbagai parameter antara lain parameter fisik (warna, suhu, total padatan tersuspensi) dan parameter kimia (pH, *dissolved oxygen*, *biochemical oxygen demand*, *chemical oxygen demand*). Jenis dan jumlah parameter yang dianalisis terhadap suatu badan air sangat tergantung pada jenis kegiatan yang diperkirakan memberikan dampak terhadap badan air tersebut. Metode yang digunakan pada pengujian kualitas air ini dilakukan dengan metode gravimetri untuk penentuan *Total Suspended Solid*, sedangkan pada pengujian *Biochemical Oxygen Demand* dilakukan dengan metode titrasi dengan cara Winkler.

Menurut metode SNI tentang pengujian kualitas air yang telah ditetapkan pemerintah perlu dilakukan verifikasi, salah satunya melalui penentuan ketidakpastian pengukuran. Ketidakpastian pengukuran adalah ukuran sebaran yang secara layak dapat dikaitkan dengan nilai terukur yang didapatkan dari suatu proses yang memberikan rentang terpusat pada nilai terukur di dalam rentang yang diperkirakan nilai benar berada (Tetrasari, 2003). Ketidakpastian merupakan suatu rentang nilai yang diperoleh dari suatu penyimpangan sebagai nilai yang bisa ditoleransi. Penentuan nilai ketidakpastian pengujian menjadi penting untuk mengetahui penyimpangan-penyimpangan yang mungkin terjadi saat pengujian berlangsung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa saja sumber penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar DO (*dissolved oxygen*), BOD (*biological oxygen demand*), TSS (*total suspended solid*) dari anak Sungai Bengawan Solo?
2. Berapa kadar DO, BOD, TSS sampel anak Sungai Bengawan Solo dengan memperhitungkan ketidakpastian pengukuran ?
3. Bagaimana kualitas air sungai dibandingkan dengan baku mutu menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan pada latar belakang dan perumusan masalah sebagaimana diuraikan di atas, maka dibuat tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui sumber penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar DO, BOD, TSS sampel anak Sungai Bengawan Solo.
2. Mengetahui kadar DO, BOD, TSS dengan memperhitungkan ketidakpastian pengukuran.
3. Mengetahui kualitas air sungai dengan membandingkan dengan standar baku mutu menurut PP Nomor 82 Tahun 2001.

1.4 Manfaat

Hasil yang diperoleh dari penelitian diharapkan bermanfaat sebagai bahan informasi tentang kualitas air sungai bagi masyarakat terutama yang bermukim di pinggiran aliran sungai. Hasil PKL ini dimanfaatkan juga untuk laporan kegiatan program kali bersih (prokasi) untuk mengontrol kualitas sungai secara berkala sehingga dapat dipantau kualitas sesuai dengan peruntukannya. Manfaat lain dapat menambah ilmu pengetahuan tentang analisis kualitas air, menambah ilmu pengetahuan tentang uji analisis kadar DO, BOD dan TSS.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sejarah Singkat Instansi

Pembangunan lingkungan hidup merupakan bagian dari aspek pembangunan baik ekonomi, teknologi, industri, maupun budaya. Pembangunan lingkungan tersebut erat kaitannya dengan sektor seperti industri, pertanian, peternakan, perdagangan, perhubungan, kesehatan, dan lain-lain.

Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup menegaskan bahwa setiap orang berhak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat, informasi lingkungan dan mempunyai hak berperan serta dalam pengelolaan lingkungan hidup. Disamping itu, setiap orang mempunyai kewajiban memelihara kelestarian fungsi lingkungan serta mencegah dan menanggulangi pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup.

Atas kebijakan bidang sumber daya alam dan lingkungan hidup yang telah diamanatkan dalam Tap MPR Nomor 4 Tahun 1999 tentang GBHN tahun 1999-2004, salah satunya mendelegasikan secara bertahap wewenang pemerintah pusat kepada pemerintah daerah dalam pelaksanaan pengelolaan sumber daya alam secara selektif dan pemeliharaan lingkungan hidup, sehingga ekosistem tetap terjaga.

Bupati Sukoharjo pada tahun 2008 menetapkan peraturan No.49 tentang penjabatan dan penjabaran tugas pokok, fungsi dan uraian tugas jabatan struktural pada badan perencanaan pembangunan daerah Kabupaten Sukoharjo. Keputusan tersebut sebagai upaya untuk melaksanakan ketentuan dalam peraturan Bupati Sukoharjo nomor 4 tahun 2008 pasal 4 ayat 2. Salah satu bentuk penerapan dari peraturan tersebut adalah didirikannya Badan Lingkungan Hidup sebagai perwujudan peraturan berupa pengembangan bidang lingkungan hidup dan sumber daya air yang tercantum pada pasal 2e dan pasal 16 peraturan Bupati Sukoharjo nomor 49 tahun 2008.

Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo merupakan lembaga teknis daerah sebagai unsur pendukung tugas bupati yang memiliki tugas, pokok

melaksanakan urusan pemerintahan daerah di bidang lingkungan hidup. Tugas pokoknya Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo menyelenggarakan fungsi antara lain sebagai berikut:

1. Merumuskan kebijakan teknis di bidang lingkungan hidup.
2. Memberikan dukungan atas penyelenggaraan pemerintah daerah di bidang lingkungan hidup.
3. Pembinaan dan pelaksanaan tugas di bidang lingkungan hidup.

Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo memiliki strategi pengembangan sumber daya alam dan lingkungan hidup Kabupaten Sukoharjo yang diarahkan pada upaya dan proses pengolahan lingkungan hidup secara terpadu terhadap unsur-unsur lingkungan hidup yang meliputi : sumber daya manusia, sumber daya hayati dan non hayati, serta sumber daya budaya buatan untuk melestarikan lingkungan hidup yang lebih dinamis.

2.2 Visi dan Misi

Visi

Terwujudnya pembangunan yang berwawasan lingkungan

Misi

1. Mewujudkan pelestarian sumber daya alam dan lingkungan hidup.
2. Mewujudkan kesadaran dan ketaatan hukum lingkungan.
3. Meningkatkan dan menumbuh kembangkan sumber daya manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam.

2.3 Kebijakan Mutu Laboratorium

1. Laboratorium mampu melayani pengujian contoh uji air meliputi, air tanah, air permukaan dan air bersih berdasarkan SNI ISO/IEC 17025:2008.
2. Menjamin pelayanan pengujian secara profesional, bertanggung jawab dan memuaskan berdasarkan Manajemen Sistem Mutu yang berlaku.
3. Menjamin bahwa seluruh personil memiliki integritas dan kompetensi yang baik serta terhindar dari keterlibatan pada kegiatan yang mengurangi kepercayaan dalam operasionalnya.

4. Sistem Mutu yang diterapkan dimengerti dan dilaksanakan oleh seluruh personil yang terlibat.

2.4 Sungai

2.4.1 Definisi dan Klasifikasi Sungai

Sungai merupakan tempat berkumpulnya air dari lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. Daerah sekitar sungai yang mensuplai air ke sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi aktifitas dan perilaku penghuninya. Pada umumnya daerah hulu mempengaruhi kualitas air yang lebih baik daripada daerah hilir. Dari sudut pemanfaatan lahan, daerah hulu relatif sederhana dan bersifat alami seperti hutan dan perkampungan kecil. Semakin ke arah hilir keragaman pemanfaatan lahan meningkat. Sejalan dengan hal tersebut suplai limbah cair dari daerah hulu yang menuju daerah hilir pun menjadi meningkat. Pada akhirnya daerah hilir merupakan tempat akumulasi dari proses pembuangan limbah cair yang dimulai dari hulu (Wiwoho, 2005).

Jenis-jenis sungai berdasarkan debit airnya (Mulyanto, 2007) diklasifikasikan menjadi :

1. Sungai Permanen, adalah sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap.
2. Sungai Periodik, yaitu sungai yang pada waktu musim penghujan debit airnya besar, sedangkan pada musim kemarau debitnya kecil.
3. Sungai Episodik, yaitu sungai yang pada musim kemarau kering dan pada waktu musim penghujan airnya banyak.
4. Sungai Ephemeral, yaitu sungai yang hanya ada airnya saat musim hujan dan airnya belum tentu banyak.

2.4.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai dapat dipandang sebagai sistem alami yang menjadi tempat berlangsungnya proses-proses biofisik hidrologis maupun kegiatan sosial ekonomi dan budaya masyarakat yang kompleks. Proses-proses biofisik hidrologis DAS merupakan proses alami sebagai bagian dari suatu daur hidrologi

atau yang dikenal sebagai siklus air. Kegiatan sosial-ekonomi dan budaya masyarakat merupakan bentuk intervensi manusia terhadap sistem alami DAS, seperti pengembangan lahan kawasan budidaya. Hal ini tidak lepas dari semakin meningkatnya tuntutan atas sumberdaya alam (air, tanah, dan hutan) yang disebabkan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang membawa akibat pada perubahan kondisi tata air DAS (Bappedal Jateng, 2002).

Perubahan kondisi hidrologi DAS sebagai dampak perluasan lahan kawasan budidaya yang tidak terkendali tanpa memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air seringkali mengarah pada kondisi yang kurang diinginkan, yaitu peningkatan erosi dan sedimentasi, penurunan produktivitas lahan, dan percepatan degradasi lahan. Hasil akhir perubahan ini tidak hanya berdampak nyata secara biofisik berupa peningkatan luas lahan kritis dan penurunan daya dukung lahan, namun juga secara sosial ekonomi menyebabkan masyarakat menjadi semakin kehilangan kemampuan untuk berusaha di lahannya. Oleh karena itu ekosistem DAS perlu ditata pemanfaatannya agar dapat digunakan untuk berbagai keperluan antara lain pertanian, kehutanan, perkebunan, perikanan, peternakan, industri, pertambangan, pariwisata dan pemukiman (Bappedal Jateng, 2002).

2.4.3 Anak Sungai Bengawan Solo

Kawasan sungai yang berada di Kabupaten Sukoharjo merupakan anak Sungai Bengawan Solo. Sungai Langsur yang berada tepat di belakang industri tekstil berpotensi besar sebagai tempat pembuangan limbah dari industri tersebut. Limbah yang mengandung berbagai logam berat memungkinkan terjadinya perubahan kondisi lingkungan yang ada di perairan tersebut. Darmanto (2011) juga menjelaskan bahwa adanya tingkat pencemaran yang melebihi ambang batas dapat dilihat dari kandungan *chemical oxygen demand* dan *biochemical oxygen demand* pada sungai tersebut.

Sungai Tanggul yang berada di sekitar jalan raya Solo-Jogja melewati kompleks kopasus pada bagian sampling titik 1 dan sampling titik 2 berada di jalan Raya Gentan sebelum hotel pajang. Sungai Tanggul juga melewati kawasan pertanian serta pemukiman penduduk. Sungai Premulung merupakan anak Sungai

Bengawan Solo yang berada di sisi Barat, sungai tersebut berhulu pada kaki Gunung Merapi. Sungai ini melewati kawasan pertanian, pemukiman serta beberapa industri yang masuk wilayah Kabupaten Sukoharjo dan Surakarta.

Ketiga sungai ini dipantau oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo karena dapat memberikan dampak negatif terhadap pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan karena sungai sering kali dijadikan tempat akhir pembuangan limbah berbagai kegiatan seperti pertanian, perternakan, domestik, industri serta kegiatan lain yang dilakukan oleh masyarakat.

2.5 Pencemaran Air

2.5.1 Definisi dan Sumber

Dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pasal 1, pencemaran air didefinisikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia. Oleh karena itu, kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya.

Menurut Edzwald (2010), sumber pencemaran yang masuk ke badan perairan dibedakan atas pencemaran yang disebabkan oleh polutan alamiah dan pencemaran karena kegiatan manusia (polutan antropogenik). Air buangan industri adalah air buangan dari kegiatan industri yang dapat diolah dan digunakan kembali dalam proses atau dibuang ke badan air setelah diolah terlebih dahulu sehingga polutan tidak melebihi ambang batas yang diijinkan (Welasih, 2008). Menurut Sugiharto (1987) air limbah didefinisikan sebagai kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya.

Menurut Davis dan Cornwell (1991), sumber bahan pencemar yang masuk ke perairan dapat berasal dari buangan yang diklasifikasikan :

1. *Point source discharges* (sumber titik), yaitu sumber titik atau sumber pencemar yang dapat diketahui secara pasti dapat berupa suatu lokasi seperti air limbah industri maupun domestik serta saluran drainase. Air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair.

2. *Non point source* (sebaran menyebar), berasal dari sumber yang tidak diketahui secara pasti. Pencemar masuk ke perairan melalui *run off* (limpasan) dari wilayah pertanian, pemukiman dan perkotaan.

2.5.2 Indikator Pencemaran Air

1. Parameter Kimia

- 1) pH atau Derajat Keasaman

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 - 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH 7, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas 7 berarti bersifat basa. Air limbah dan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Wardhana, 2004).

- 2) Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*)

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terdapat di perairan dalam bentuk molekul oksigen bukan dalam bentuk molekul hidrogenoksida, biasanya dinyatakan dalam mg/L (ppm) (Darsono, 1992). Oksigen bebas dalam air dapat berkurang bila dalam air terdapat kotoran atau limbah organik yang *degradable*. Air yang kotor mengandung bakteri, baik yang aerob maupun yang anaerob. Bakteri ini akan menguraikan zat organik dalam air menjadi persenyawaan yang tidak berbahaya, misalnya nitrogen diubah menjadi persenyawaan nitrat, belerang diubah menjadi persenyawaan sulfat. Bila oksigen bebas dalam air habis atau sangat berkurang jumlahnya maka yang bekerja, tumbuh dan berkembang adalah bakteri anaerob (Darsono, 1992).

Terbatasnya kelarutan oksigen dalam air menyebabkan kemampuan air untuk membersihkan dirinya juga terbatas, sehingga diperlukan pengolahan air limbah untuk mengurangi bahan-bahan penyebab pencemaran. Oksidasi biologis meningkat bersama meningkatnya suhu perairan sehingga kebutuhan oksigen terlarut juga meningkat (Mahida, 1986).

3) Kebutuhan oksigen biokimia atau *biochemical oxygen demand* (BOD)

Kebutuhan oksigen biologis atau *biochemical oxygen demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan organik yang ada di dalam air tersebut (Wardhana, 2004). Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relatif mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibanding yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam sianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relatif sedikit. Sehingga semakin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar oksigen biokimia (BOD) dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0 – 10 ppm (Salmin, 2005)

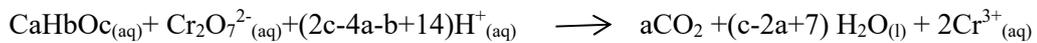
Proses oksidasi biokimia ini berjalan sangat lambat dan dianggap lengkap (95-96%) selama 20 hari. Penentuan BOD selama 20 hari dianggap masih cukup lama sehingga penentuan BOD ditetapkan selama 5 hari inkubasi, maka biasa disebut BOD₅. Pengukuran BOD₅ akan memperpendek waktu dan meminimumkan pengaruh oksidasi amonia yang juga menggunakan oksigen. Selama 5 hari masa inkubasi, diperkirakan 70% - 80% bahan organik telah mengalami oksidasi (Effendi, 2003).

Biochemical oxygen demand tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah O₂ yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi O₂ tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya O₂ terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan O₂ tinggi (Fardiaz, 1992). Semakin besar kadar BOD₅, maka merupakan indikasi bahan perairan tersebut telah tercemar.

4) Kebutuhan oksigen kimiawi atau *chemical oxygen demand* (COD)

Chemical oxygen demand menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi secara kimiawi. Bahan buangan organik akan dioksidasi oleh kalium dikromat menjadi gas CO₂ dan H₂O

menjadi ion krom(III). Kalium dikromat digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) mengikuti reaksi :



Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium dikromat yang dipakai pada reaksi oksidasi (Wardhana, 2004).

Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L (Effendi, 2003). Kadar maksimum COD yang diperkenankan untuk air minum dan untuk menopang kehidupan organisme akuatik serta untuk keperluan irigasi dan perikanan berkisar 10 - 100 mg/L (PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air)

2. Parameter Fisika

1) Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses-proses yang terjadi dalam badan air. Suhu air buangan kebanyakan lebih tinggi dari pada suhu badan air. Hal ini erat hubungannya dengan proses biodegradasi. Pengamatan suhu dimaksudkan untuk mengetahui kondisi perairan dan interaksi antara suhu dengan aspek kesehatan habitat dan biota air lainnya. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut (1) jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun, (2) kecepatan reaksi kimia meningkat, (3) kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu, (4) jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya akan mati (Fardiaz, 1992). Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20 °C – 30 °C (Effendi, 2003).

2) Padatan tersuspensi (*total suspended solid/TSS*)

Total suspended solid atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung (Fardiaz, 1992). Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan lainnya. Partikel menurunkan intensitas cahaya yang

tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan hewan, kotoran manusia dan limbah industri (Fardiaz, 1992).

Total suspended solid yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. Jika sinar matahari terhalangi dari dasar tanaman maka tanaman akan berhenti memproduksi oksigen dan akan mati. *Total suspended solid* (TSS) juga menyebabkan penurunan kejernihan dalam air. Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun organik. Zat anorganik biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya (Alaerts dan Santika, 1984).

2.5.3 Komponen Pencemaran Air

Faktor kegiatan manusia seperti, rumah tangga (permukiman), industri dan pertanian yang menyumbang bahan pencemar dan mengakibatkan menurunnya kualitas air sungai merupakan faktor penyebab utama terjadinya pencemaran air. Menurut Wardhana (2004) komponen pencemaran air yang disebabkan oleh kegiatan manusia dikelompokkan menjadi :

1. Limbah padat
2. Bahan buangan organik dan olahan bahan makanan.
3. Bahan buangan anorganik
4. Bahan buangan cair berminyak
5. Bahan buangan berupa panas (polusi)
6. Bahan buangan zat kimia, yaitu sabun, insektisida dan zat pewarna.

2.6 Pengendalian Pencemaran Air

Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, disebutkan bahwa pengendalian pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup dilaksanakan dalam rangka pelestarian fungsi

lingkungan hidup yaitu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air disebutkan definisi pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air. Ruang lingkup yang diatur dalam peraturan menteri ini meliputi:

1. Inventaris dan identifikasi sumber pencemaran air;
2. Penetapan daya tampung beban pencemaran air;
3. Penetapan baku mutu air limbah;
4. Penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air;
5. Perizinan;
6. Pemantauan kualitas air;
7. Pembinaan dan pengawasan; dan
8. Penyediaan informasi.

2.7 Baku Mutu Air Sungai

Menurut Undang-Undang Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menjelaskan bahwa baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemaran yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Kelas air adalah peringkat kelas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu.

Klasifikasi dan kriteria mutu air mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air yang menetapkan mutu air dalam empat kelas disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Kelas Air

Kelas air	Klasifikasi
1	Air yang diperuntukannya dapat digunakan sebagai air minum tanpa pengolahan
2	Air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah menjadi air minum dan keperluan rumah tangga lainnya
3	Air yang diperuntukannya dapat digunakan untuk perikanan dan peternakan
4	Air yang diperuntukannya dapat digunakan untuk keperluan pertanian dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, dan listrik tenaga air

Pembagian kelas ini didasarkan pada tingkatan baiknya mutu air berdasarkan kemungkinan penggunaannya bagi suatu peruntukan air (*designated beneficial water uses*). Peruntukan lain yang dimaksud dalam kriteria kelas air di atas, misalnya kegunaan air untuk proses produksi dan pembangkit tenaga listrik, asalkan kegunaan tersebut dapat menggunakan air sebagaimana kriteria mutu air dari kelas yang dimaksud.

2.7.1 Metode Analisis

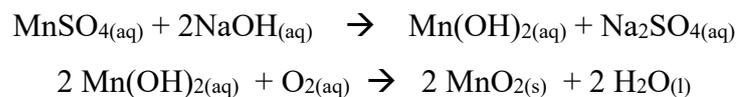
2.8.1 Pengukuran BOD

Ada dua metode yang digunakan untuk analisis BOD yaitu metode titrasi dengan cara Winkler dan metode elektrokimia dengan DOmeter. Metode elektrokimia yang pada prinsipnya menggunakan elektroda yang terdiri atas katoda Ag dan anoda Pb/Au yang terendam dalam larutan elektrolit (Alaert dan Santika, 1984).

Pengujian BOD menggunakan metode Winkler-Alkali Iodida Azida, adalah penetapan BOD yang dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar. Metode Winkler menggunakan larutan pengencer $MgSO_4$, $FeCl_3$, $CaCl_2$ dan buffer fosfat.

Kemudian, dilanjutkan dengan metode alkali iodida azida yaitu dengan cara titrasi, dalam penetapan kadar oksigen terlarut digunakan pereaksi $MnSO_4$, H_2SO_4 , dan alkali iodida azida. Sampel dititrasi dengan natrium thiosulfat memakai indikator amilum (Alaerts dan Santika, 1984).

Reaksi yang terjadi pada penentuan kandungan *dissolved oxygen* yaitu dengan mengoksidasi $MnSO_4$ yang ditambahkan dalam keadaan alkalis sehingga membentuk endapan MnO_2 .



Endapan MnO_2 direaksikan dengan asam sulfat dan kalium iodida akan membebaskan iod.



Iod yang dibebaskan dianalisis dengan metode iodometri yaitu penambahan larutan standar thiosulfat dengan indikator amilum (Alaerts dan Santika, 1984).



Rumus penentuan kadar BOD :

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \frac{(B_1 - B_2)}{V_b}}{P} \times V_c$$

$$= \frac{(DO_0 - DO_5)_{sampel} - \frac{(DO_0 - DO_5)_{blanko}}{V_b}}{\frac{V_1}{V_2}} \times V_c$$

Keterangan :

- A_1 = kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi 0 hari (mg/L);
- A_2 = kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/L);
- B_1 = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);
- B_2 = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L);
- V_b = volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko;
- V_c = volume suspensi mikroba dalam botol DO sampel (mL);
- P = perbandingan volume contoh uji (V_1) per volume total (V_2)

2.8.2 Pengukuran TSS

Analisis gravimetri, atau analisis kuantitatif berdasarkan bobot adalah proses isolasi serta penimbangan suatu unsur atau suatu senyawaan tertentu dari unsur tersebut, dalam bentuk yang semurni mungkin. Unsur atau senyawaan itu dipisahkan dari suatu porsi zat yang diselidiki, yang telah ditimbang. Penetapan pada analisis gravimetri menyangkut perubahan unsur atau radikal yang akan diciptakan menjadi sebuah senyawaan yang murni dan stabil, yang dengan mudah dapat diubah menjadi suatu bentuk yang sesuai untuk ditimbang. Bobot unsur atau radikal mudah dihitung dari rumus senyawannya serta bobot atom unsur-unsur penyusunnya (konstituennya). Metode gravimetri adalah metode analisis yang didasarkan pada pengukuran massa analit atau senyawa. Cara gravimetri untuk memisahkan suatu zat ke bentuk yang dapat terukur melalui cara penguapan, cara elektrogravimetri dan cara pengendapan (Day dan Underwood, 2002).

Rumus :

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{V \text{ sampel}}$$

Keterangan :

A = massa kertas saring+residu kering (mg)

B = berat kertas saring kosong setelah pemanasan (mg)

2.8 Nilai Ketidakpastian

Ketidakpastian pengukuran adalah ukuran sebaran yang secara layak dapat dikaitkan dengan nilai terukur yang didapatkan dari suatu proses yang memberikan rentang terpusat pada nilai terukur di dalam rentang yang diperkirakan nilai benar berada (Tetrasari, 2003). Ketidakpastian pengukuran dilakukan apabila pengujian memberikan hasil numerik (kuantitatif). Tujuan pengukuran adalah untuk menentukan nilai kualitas yang diukur atau nilai benar. Hasil pengukuran baru dianggap lengkap apabila menampilkan nilai ketidakpastian dalam pengukuran tersebut. Faktor nilai ketidakpastian karena efek lingkungan, kesalahan nol dalam pembacaan instrumen, adanya noise atau

alat-alat gelas yang tidak pernah dikalibrasi, konstruksi neraca yang tidak tepat dan sebagainya (Tetrasari, 2003).

Sumber ketidakpastian pada hasil dapat timbul dari banyak kemungkinan seperti, termasuk contoh, sampling, efek matriks dan gangguan, kondisi lingkungan, ketidakpastian massa dan volumetrik peralatan, nilai acuan, perkiraan dan asumsi yang tergabung dalam metode pengukuran dan prosedur, dan variasi acak (Riyanto, 2015). Terdapat dua kategori komponen ketidakpastian pengukuran yang digunakan untuk menaksirkan nilai numeriknya (KAN, 2003) :

1. Tipe A yaitu ketidakpastian berdasarkan pekerjaan eksperimental dan dihitung dari rangkaian berulang.
2. Tipe B yaitu ketidakpastian berdasarkan informasi atau data yang dapat dipercaya, contoh : sertifikat.

Identifikasi nilai ketidakpastian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut meliputi (Kantasubrata, 2014):

1. Menyusun model alur pengujian dan menentukan formulasi rumus yang digunakan.
2. Mengidentifikasi sumber-sumber ketidakpastian yang dapat memberikan kontribusi terhadap hasil akhir pengujian dalam bentuk diagram *cause effect* atau *fish bone*.
3. Estimasi masing-masing komponen ketidakpastian perhitungan.
4. Menghitung ketidakpastian gabungan dan ketidakpastian diperluas.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Alat

1. Botol winkler (Duran)
2. Pipet ukur
3. Labu ukur 100 mL
4. Oven (Memmert)
5. Neraca analitik (Mettler Toledo)
6. Magnetik stirrer
7. Buret digital (Vitlab)
8. Pipet tetes
9. *Beaker* glass
10. Penjepit kertas saring
11. Desikator
12. Inkubator (Lovibond)
13. Filter holder dan vacuum
14. Kertas saring



3.2 Bahan

1. Aquades
2. Kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4) Merck
3. Amonium klorida (NH_4Cl) Merck
4. Natrium hidroksida (NaOH) Merck
5. Magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) Merck
6. Kalsium klorida (CaCl_2) Merck
7. Feri klorida (FeCl_2) Merck
8. Mangan sulfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) Merck
9. Natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) Merck
10. Suspensi bibit mikroba
11. Kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) Merck

12. kalium iodida (KI) Merck
13. Kanji
14. Asam salisilat

3.3 Prosedur Kerja

Penentuan kadar BOD dan TSS

3.3.1 Pembuatan Larutan Pereaksi Analisis DO

1. Larutan mangan sulfat
Sebanyak 364 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan air suling dalam gelas beaker kemudian diencerkan dalam labu ukur 1000 mL dan tepatkan sampai tanda tera.
2. Larutan alkali Iodida azida
Sebanyak 25 g NaOH dan 7,5 g KI dilarutkan dengan air suling 50 mL dalam gelas beaker dan ditambahkan larutan 0,5 g NaN_3 dalam 2 mL air suling.
3. Larutan kanji (amilum atau kanji)
Sebanyak 2 g amilum dan 0,2 g asam salisilat $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$ sebagai pengawet dimasukkan dalam beaker gelas yang berisi 100 mL air suling yang dipanaskan (mendidih).
4. Larutan sodium thiosulfat 0,025 N
Sebanyak 6,205 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan air suling yang telah dididihkan (bebas oksigen) dalam beaker gelas ditambahkan 0,4 g NaOH dan diencerkan dengan labu ukur 1000 mL. Standarisasi dilakukan dengan larutan kalium dikromat

3.3.2 Standarisasi larutan natrium thiosulfat dengan kalium dikromat

1. Sebanyak 0,04904 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (p.a) dilarutkan dengan air suling dalam gelas beaker 10 mL dan diencerkan dalam labu ukur 10 mL untuk mendapatkan larutan 0,1000 N.
2. Sebanyak 80 mL air suling ditambahkan sambil diaduk 1 mL H_2SO_4 pekat, 10 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 N dan 1 g KI, diaduk dan simpan di tempat gelap selama 6 menit.

3. Larutan dititrasi dengan 0,025 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai terjadi perubahan warna.
4. Normalitas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N\text{-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{N_2 \times V_2}{V_1}$$

3.3.3 Pembuatan nutrisi larutan pengencer

1. Larutan buffer fosfat
Sebanyak 8,5 g kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4); 21,75 g dikalium hidrogen fosfat (K_2HPO_4); 33,4 g dinatrium hidrogen fosfat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dan 1,7 g amonium klorida (NH_4Cl) dimasukkan dalam gelas beaker 100 mL, dilarutkan dengan air bebas mineral, kemudian diencerkan dengan labu ukur 1000 mL. Larutan ini menghasilkan pH 7,2.
2. Larutan magnesium sulfat;
Sebanyak 22,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam gelas beaker dilarutkan dengan air suling, kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditetapkan sampai tanda tera.
3. Larutan kalsium klorida;
Sebanyak 27,5 g CaCl_2 anhidrat dilarutkan dengan air suling dalam gelas beaker, kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditetapkan sampai tanda tera.
4. Larutan feri klorida;
Sebanyak 0,25 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam gelas beaker dilarutkan dengan air suling kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan ditetapkan sampai tanda tera.
5. Larutan suspensi bibit mikroba
Bibit mikroba diperoleh dari air sungai yang mengandung bibit mikroba.

3.3.4 Pembuatan larutan pengencer

1. Air bebas mineral yang jenuh oksigen (minimal 7,5 mg/L) disiapkan dalam botol gelas yang bersih, kemudian atur suhunya pada kisaran $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$;

2. Masing-masing 1 mL larutan nutrisi yang terdiri dari larutan bufer fosfat, MgSO_4 , CaCl_2 dan FeCl_3 ditambahkan ke dalam setiap 1 L air bebas mineral jenuh oksigen tersebut,
3. Bibit mikroba dalam setiap 1 L air bebas mineral jenuh oksigen, ditambahkan sebanyak 1 mL sampai dengan 3 mL dan aduk sampai homogen.

3.3.5 Persiapan Contoh Uji

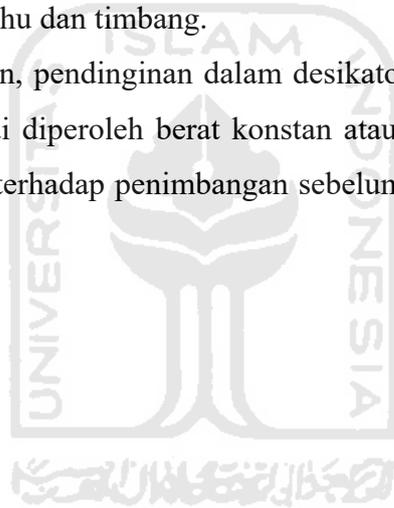
1. Sebanyak 2 buah botol DO, disiapkan dan ditandai masing-masing botol dengan notasi A1:A2.
2. Larutan contoh uji dimasukkan ke dalam masing-masing botol DO A1 dan A2; sampai meluap ± 200 mL, kemudian ditambahkan 50 mL air pengencer hingga penuh kemudian tutup botol DO.
3. Pengujian oksigen terlarut pada botol DO A1 dilakukan dengan titrasi iodometri untuk menentukan DO_0 .
4. Botol DO A2 disimpan dalam lemari inkubator $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ selama 5 hari, untuk pengujian DO_5 .

3.3.6 Pengujian sampel

1. Contoh yang sudah disiapkan diambil.
2. Sebanyak 1 mL MnSO_4 dan 1 mL alkali iodida azida ditambahkan dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan.
3. Wadah di tutup segera dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna.
4. Biarkan gumpalan mengendap 5 menit sampai dengan 10 menit.
5. Sebanyak 1 mL H_2SO_4 pekat ditambahkan, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna.
6. Sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer 150 mL
7. Larutan di titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan indikator amilum/kanji sampai warna biru tepat hilang.

3.3.7 Pengujian kadar TSS

1. Siapkan alat *filter holder* dan vacum disiapkan kemudian basahi saringan dengan sedikit air suling atau aquades.
2. Sampel diaduk sampai homogen kemudian diambil sebanyak 50 mL dengan pipet ukur.
3. Sampel dimasukkan ke dalam peralatan penyaringan dan tunggu sampai semua larutan melewati saringan.
4. Kertas saring diambil secara hati-hati dari peralatan penyaring ke cawan petri.
5. Kertas saring dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator selama 10-15 menit untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
6. Tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator diulangi dan dilakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan kualitas air sungai di Kabupaten Sukoharjo dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian kualitas air. Pengujian kualitas air pada parameter kimia dan fisika dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode uji kebutuhan oksigen biokimia (BOD) yang mengacu pada SNI 6989.72:2009, pengukuran oksigen terlarut (DO) dengan metode titrasi secara iodometri (metode azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004 dan penentuan kadar *total suspended solid* (TSS) secara gravimetri mengacu pada SNI 06-6989.27-2005.

4.1 Penentuan DO dan BOD

Parameter kimia yang digunakan dalam penentuan kualitas Sungai Langsur, Tanggul dan Premulung meliputi pengukuran DO dan BOD. Hasil pengujian kualitas air sungai tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1.

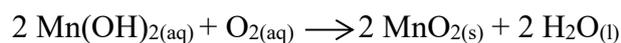
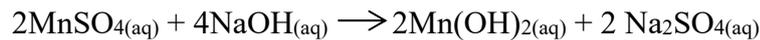
Tabel 4.1 Hasil Parameter Kimia

Sungai	Kode sampel	Segmen	Parameter (mg/L)		
			DO ₀	DO ₅	BOD
Langsur	13/AP/Labling-BLH/2016	Titik 1	5,6042	3,0708	3,0280
	14/AP/Labling-BLH/2016	Titik 2	5,4122	4,6829	0,7676
Tanggul	15/AP/Labling-BLH/2016	Titik 1	5,8728	4,0304	2,159
	16/AP/Labling-BLH/2016	Titik 2	5,6809	4,1072	1,8231
Premulung	17/AP/Labling-BLH/2016	Titik 1	4,0304	0,5374	4,2223
	18/AP/Labling-BLH/2016	Titik 2	6,1032	4,2223	2,2070

4.1.1 Penentuan *Dissolved Oxygen* (DO)

Penentuan oksigen terlarut dalam sampel air sungai dilakukan dengan metode titrasi secara iodometri sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Prinsip analisis DO

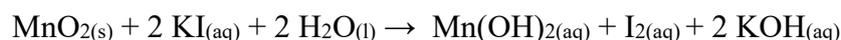
dengan titrasi iodometri yaitu oksigen dalam sampel akan mengoksidasi MnSO_4 yang ditambahkan pada larutan dalam keadaan alkalis sehingga terbentuk endapan MnO_2 . Asam sulfat dan KI yang ditambahkan akan membebaskan iod, selanjutnya iod yang dibebaskan dianalisis dengan metode iodometri yaitu penambahan larutan standar thiosulfat dengan indikator amilum (Alaerts dan Santika, 1984).



Tahapan dalam analisis DO yaitu dengan menyiapkan sampel air sungai yang kemudian masing-masing sampel dimasukkan pada botol winkler satu sampel dimasukkan pada dua botol winkler yang diberi kode DO_0 dan DO_5 , yang kemudian ditambahkan dengan larutan pengencer. Larutan pengencer ini diperoleh dari proses aerasi pada air akuades yang bertujuan untuk memberikan oksigen dalam air atau menjenuhkan oksigen dalam air. Air yang sudah diaerasi keudian ditambahkan nutrisi seperti FeCl_3 , MgSO_4 , CaCl_2 , dan buffer fosfat sebelumnya untuk pertumbuhan bakteri selama pemeriksaan BOD.

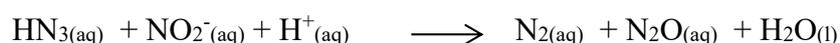
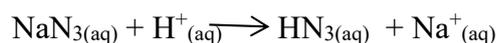
Sampel botol DO_5 diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari. Sampel pada botol winkler DO_0 ditambah 1 mL larutan MnSO_4 dalam botol yang berisi sampel, penambahan MnSO_4 ini berfungsi untuk mengikat oksigen menjadi MnO_2 berhidrat.

Reaksi yang terjadi adalah:



Botol segera ditutup setelah penambahan mangan sulfat, kemudian dihomogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna dan ditambahkan pereaksi alkali-iodida-azida. Azida pada pereaksi tersebut berfungsi untuk menghilangkan gangguan nitrit yang mengganggu terjadinya proses titik akhir titrasi.

Reaksi yang terjadi adalah:



Larutan kemudian dibiarkan beberapa saat hingga terbentuk gumpalan coklat. Gumpalan dibiarkan mengendap 5-10 menit. Setelah mengendap, 1 ml H_2SO_4 pekat ditambahkan, yang berfungsi untuk melarutkan endapan kembali. Larutan

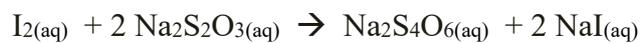
dihomogenkan hingga endapan larut sempurna. Pada saat endapan larut, molekul iodium yang ekivalen dengan oksigen terlarut juga ikut terbebas.

Reaksi:

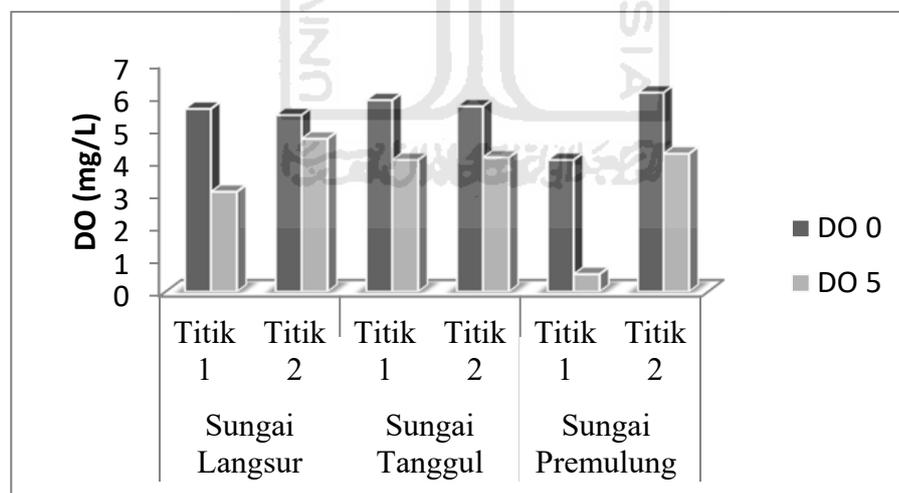


Iodium (I_2) yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium tiosulfat 0,0238 N sampai larutan berwarna kuning pucat atau kuning transparan.

Reaksi yang terjadi adalah:



Setelah terbentuk larutan kuning transparan, larutan sampel ditambah 2 tetes indikator amilum. Penambahan indikator amilum dilakukan pada saat mendekati titik ekivalen dimasukkan agar amilum tidak membungkus iod karena akan menyebabkan amilum sukar dititrasi untuk kembali ke senyawa semula. Titrasi dihentikan saat terjadi perubahan warna biru menjadi jernih. Penentuan DO_5 dilakukan dengan perlakuan yang sama setelah diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C . Hasil penentuan kadar oksigen terlarut ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Nilai oksigen terlarut pada anak Sungai Bengawan Solo

Pada Gambar 4.1 ditunjukkan hasil kadar DO_0 dan DO_5 pada pengambilan sampel titik 1 dan titik 2. Nilai DO pada 0 hari titik 1 ke titik 2 pada Sungai Langsur dan Sungai Tanggul mengalami sedikit penurunan sedangkan pada Sungai Premulung mengalami kenaikan. Nilai DO_0 pada Sungai Langsur pengambilan titik 1 dan titik 2 sebesar 5,6042 dan 5,4122 mg/L, kadar DO_0 Sungai Tanggul

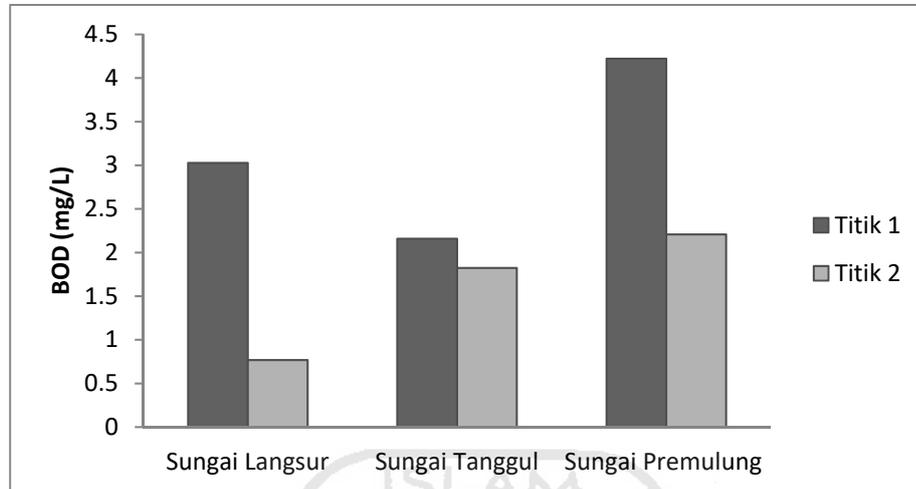
pengambilan titik 1 dan titik 2 sebesar 5,8728 dan 5,6809 mg/L, sedangkan Sungai Premulung pengambilan titik 1 dan titik 2 sebesar 4,0304 dan 6,1032 mg/L. Penurunan nilai DO disebabkan oleh masuknya limbah seperti limbah domestik, industri serta pertanian. Peningkatan nilai DO pada sungai disebabkan oleh kecepatan arus sehingga meningkatkan proses aerasi.

Penentuan DO₅ dilakukan setelah sampel diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C. Inkubasi dilakukan untuk menguraikan zat organik oleh mikroorganisme. Fungsi dilakukannya inkubasi pada ruang gelap yaitu agar tidak terjadi proses fotosintesis yang dapat menghasilkan oksigen selama lima hari, sedangkan dilakukan selama 3-5 hari diharapkan agar terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga yang terjadi hanyalah penggunaan oksigen, dan oksigen tersisa dikatakan sebagai DO₅. Nilai DO₅ Sungai Langsur titik 1 dan titik 2 sebesar 3,0708 dan 4,6829; Sungai Tanggul titik 1 dan titik 2 sebesar 4,0304 dan 4,1072; serta Sungai Premulung dengan kadar DO₅ sebesar 0,5374 dan 4,2223. Kadar DO₅ pada bagian titik 1 dan titik 2 mengalami peningkatan. Semakin tinggi kandungan bahan organik dalam perairan maka kebutuhan oksigen untuk proses dekomposisi oleh bakteri juga semakin meningkat sehingga akan menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam perairan. Perairan dikatakan memiliki kualitas baik dan tingkat pencemaran yang rendah yaitu jika DO lebih dari 6 mg/L.

4.1.2 Penentuan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Pengujian BOD menggunakan metode winkler-alkali iodida azida, adalah penetapan BOD yang dilakukan dengan cara mengukur berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam sampel yang disimpan dalam botol tertutup rapat, diinkubasi selama 5 hari pada temperatur kamar. Prinsip pemeriksaan parameter BOD didasarkan pada reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air. Proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik. Waktu untuk menguraikan zat organik memerlukan waktu ± 2 hari untuk 50% reaksi, 5 hari untuk 75% reaksi tercapai dan 20 hari untuk 100% reaksi tercapai (Sjamsuridzal, 2006). Tes BOD merupakan simulasi proses biologi secara alamiah. Mula-mula diukur DO₀ dan

setelah mengalami inkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C diukur lagi DO₅ air tersebut.



Gambar 4.2 Nilai kadar BOD anak Sungai Bengawan Solo

Berdasarkan Gambar 4.2 nilai BOD Sungai Langsur titik 1 memenuhi baku mutu kelas II yaitu 3,028 mg/L, pada bagian titik 2 sebesar 0,7676 mg/L yaitu memenuhi baku mutu perairan kelas I, sedangkan pada Sungai Tanggul titik 1 dan titik 2 kadar BOD sebesar 2,159 dan 1,8231 mg/L. Sungai Premulung bagian titik 1 sebesar 4,2223 mg/L yaitu memenuhi baku mutu perairan kelas III, sedangkan pada titik 2 sebesar 2,307 mg/L masuk dalam baku mutu perairan kelas II. Kadar BOD dari pengambilan sampel titik 1 ke titik 2 mengalami penurunan disebabkan zat organik pada titik 2 semakin sedikit. Konsentrasi BOD dalam perairan dengan tingkat pencemaran masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0-10 mg/L, sehingga dari ketiga sungai masuk katagori perairan baik dengan tingkat pencemaran yang rendah.

4.2 Penentuan *Total Suspended Solid* (TSS)

Parameter fisika yang digunakan dalam penentuan kualitas Sungai Langsur, Tanggul dan Premulung meliputi pengukuran TSS. Hasil pengujian kualitas air sungai tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kadar *Total Suspended Solid* (TSS)

Sungai	Bagian	Kadar TSS (mg/L)
Langsur	titik 1	182
	titik 2	224
Tanggul	titik 1	120
	titik 2	32
Premulung	titik 1	82
	titik 2	16

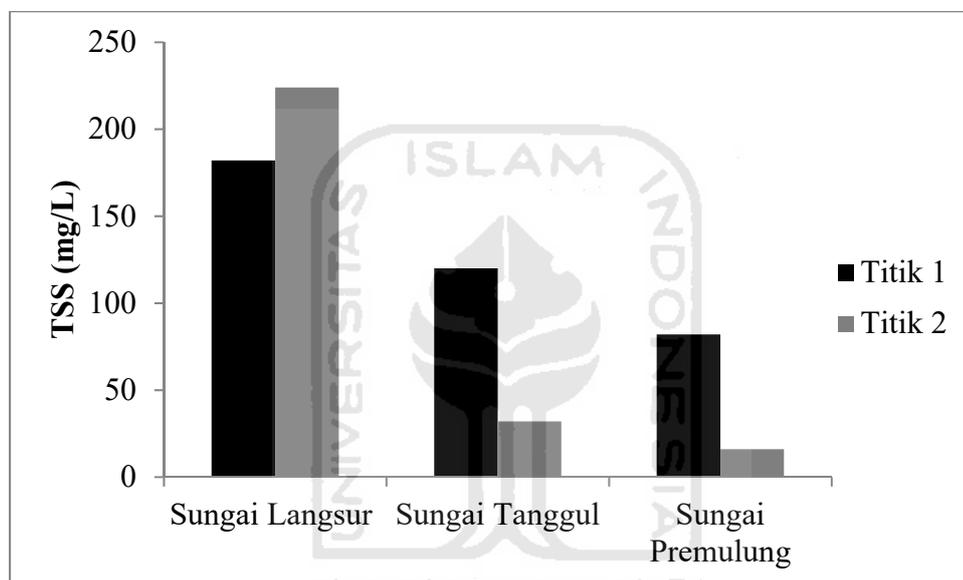
Total suspended solid (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45 μm . Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser (Alaerts dan santika, 1984).

Prinsip pengujian ini adalah menentukan kadar padatan tersuspensi di dalam sampel air dengan menggunakan metode gravimetri. Metode ini dilakukan dengan menyaring sampel air menggunakan kertas saring kemudian padatan yang tersaring beserta kertas saringnya dikeringkan pada 105⁰C sehingga dapat diperoleh kadar zat padat tersuspensi dengan selisih antara berat kertas saring dan residu setelah pemanasan dengan berat kertas saring setelah pemanasan dibagi dengan volume total sampel air yang digunakan.

Penentuan kadar padatan tersuspensi di dalam sampel air ini digunakan metode gravimetri dengan cara filtrasi padatan tersuspensi yang terkandung di dalam sampel air yang dianalisa. Pemisahan endapan dan filtrat dilakukan dengan cara filtrasi sampel air sehingga keduanya menjadi terpisah, dimana padatan tersuspensi memiliki ukuran molekul yang lebih besar dari pada padatan terlarut sehingga padatan tersuspensi ini akan tertinggal pada kertas saring saat penyaringan dilakukan. Sebelum disaring, sampel air terlebih dahulu dihomogenkan agar zat-zat yang terkandung di dalamnya tersebar merata dan homogen kemudian diambil 50 mL sampel lalu disaring menggunakan kertas whatman 0,45 μm . Endapan yang tertinggal pada kertas saring sebagai padatan tersuspensi ini kemudian diletakkan

pada wadah berupa cawan petri kemudian dilakukan pemanasan di dalam oven dengan suhu 103°C - 105°C selama 1 jam bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada kertas saring maupun endapan sehingga akan diperoleh berat padatan tersuspensi. Kertas saring beserta wadahnya setelah dilakukan pemanasan kemudian didinginkan di dalam desikator selama 10 - 15 menit selanjutnya ditimbang hingga diperoleh berat yang konstan.

Hasil pengukuran kadar padatan tersuspensi dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut :



Gambar 4.3 Kadar TSS pada anak Sungai Bengawan Solo

Hasil pengukuran parameter TSS pada ketiga sungai dengan dua titik pengambilan sampel titik 1 dan titik 2 ditunjukkan pada Gambar 4.3. Konsentrasi padatan tersuspensi mengalami peningkatan dari titik 1 ke arah titik 2 pada Sungai Langsur yaitu dari 182 menjadi 224 mg/L hasil tersebut melebihi baku mutu air sungai kelas II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001. Konsentrasi padatan tersuspensi pada Sungai Tanggul dan Sungai Premulung dari titik 1 ke titik 2 mengalami penurunan untuk Sungai Tanggul yaitu dari 120 menjadi 32 mg/L, sedangkan untuk Sungai Premulung titik 1 dan titik 2 yaitu dari 82 menjadi 16 mg/L. Sungai Tanggul dan Premulung bagian titik 1 melebihi baku mutu air sungai kelas II sedangkan pada titik 2 memenuhi baku mutu air sungai kelas II.

Terjadinya kenaikan kadar TSS pengambilan sampel titik 1 ke titik 2 pada Sungai Langsur hal tersebut mengindikasikan adanya pengaruh kegiatan industri dan pemukiman yang semakin banyak menuju ke titik 2, bahan tersuspensi yang berlebih dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi masuknya cahaya matahari dan menghambat terjadinya proses fotosintesis. Sungai Tanggul dan Premulung mengalami penurunan kadar TSS dari titik 1 menuju titik 2 sehingga pada sungai tersebut tidak banyak pengaruh kegiatan industri, pertanian, dan pemukiman.

4.3 Penentuan Nilai Ketidakpastian Pengukuran

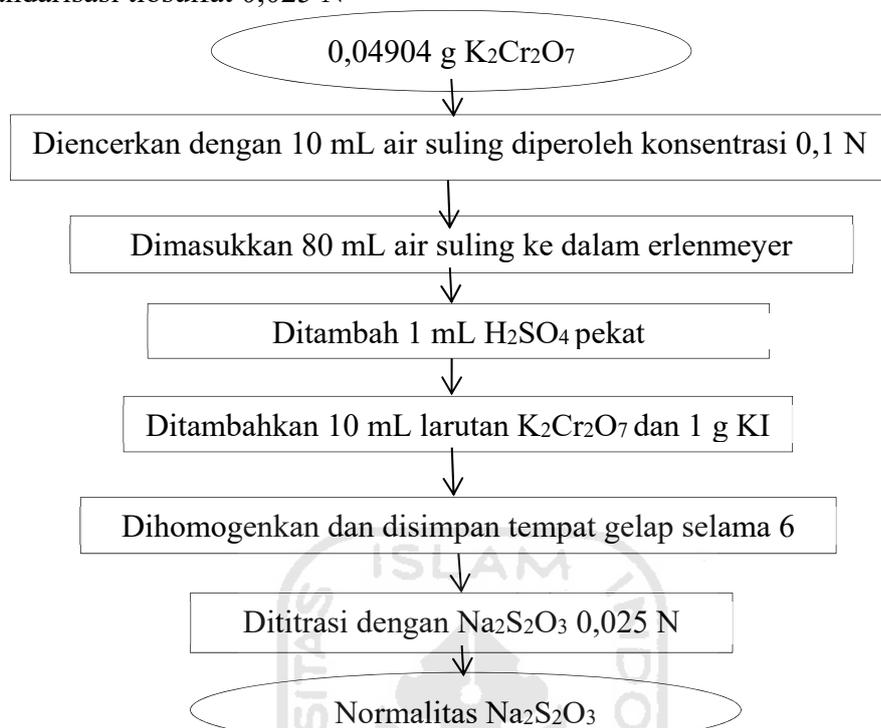
4.3.1 Nilai ketidakpastian Pengukuran Kadar BOD

Ketidakpastian pengukuran dilakukan untuk memperkirakan nilai yang mungkin hilang atau bertambah dari nilai yang sebenarnya. Hal ini dilakukan karena selama proses pengujian dimungkinkan terdapat interferensi, meskipun alat-alat yang digunakan telah dikalibrasi. Faktor penggunaan bahan dan kondisi lingkungan juga turut berkontribusi dalam keberhasilan proses tersebut. Penentuan nilai ketidakpastian dilakukan dengan menganalisis sumber-sumber yang berpotensi memberikan ketidakpastian pengukuran dari mulai ketertelusuran bahan, hingga pembacaan alat dan kemampuan analisis (Tetrasari, 2003). Tahapan menentukan nilai ketidakpastian pengukuran kadar BOD adalah sebagai berikut :

1. Skema Kerja Penentuan Kadar BOD

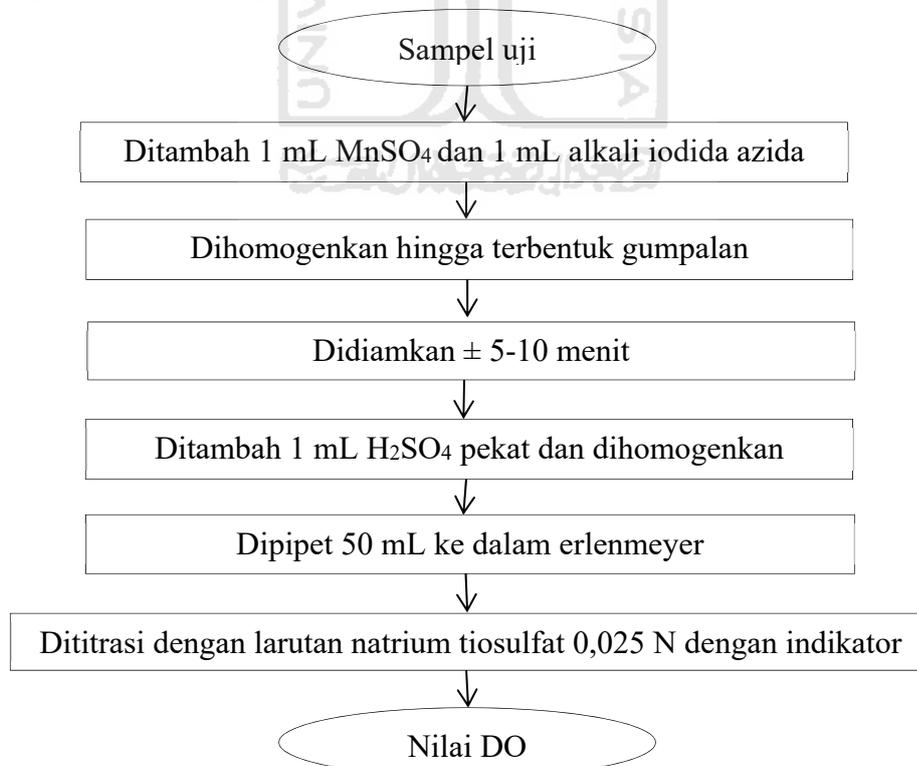
Penentuan nilai ketidakpastian dilakukan dengan membuat skema kerja penentuan kadar BOD . Skema kerja untuk penentuan kadar BOD yaitu dengan melakukan standarisasi natrium thiosulfat dengan kalium dikromat, serta menentukan kadar oksigen terlarut dengan sekema kerja sebagai berikut :

1) Standarisasi tiosulfat 0,025 N



Gambar 4.4 Skema kerja standarisasi natrium tiosulfat 0,025 N

2) Pengujian kadar oksigen terlarut (DO)



Gambar 4.5 Skema penentuan kadar oksigen terlarut

2. Rumus Penentuan BOD

1) Rumus standarisasi Na₂S₂O₃

$$N - \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{m}{\text{Mr} \cdot V} \cdot n \cdot V_2$$

Dengan :

N = normalitas Na₂S₂O₃

m = massa K₂Cr₂O₇ (g)

v = volume K₂Cr₂O₇ yang digunakan (mL)

Mr = massa atom relatif K₂Cr₂O₇

V₁ = volume Na₂S₂O₃ (mL)

V₂ = volume K₂Cr₂O₇ (mL)

2) Rumus penentuan oksigen terlarut

$$\begin{aligned} \text{Oksigen terlarut} &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{BE O}_2 \times F}{V \text{ contoh uji}} \times 1000 \end{aligned}$$

dengan :

V Na₂S₂O₃ = Volume Na₂S₂O₃ yang dibutuhkan pada saat titrasi (mL)

N Na₂S₂O₃ = Normalitas Na₂S₂O₃ yang digunakan untuk titrasi (mL)

V contoh uji = Volume contoh uji (mL)

Mr O₂ = Massa atom relatif O₂ (gram/mol)

F = Faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi MnSO₄ dan alkali iodida azida)

Rumus penentuan BOD :

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{Vb}\right) Vc}{P}$$

dengan pengertian:

BOD₅ = nilai BOD₅ contoh uji (mg/L);

A₁ = kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);

A₂ = kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi 5 hari (mg/L);

B₁ = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L);

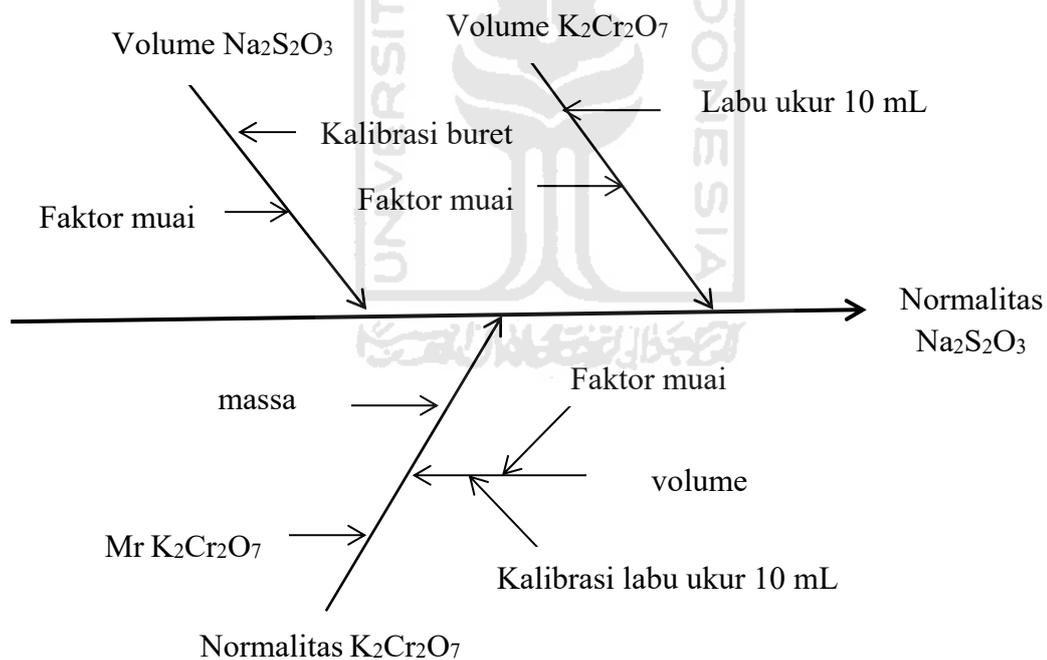
B₂ = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L);

- Vb = volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko;
- Vc = volume suspensi mikroba dalam botol DO sampel (mL);
- P = perbandingan volume contoh uji (V_1) per volume total (V_2)

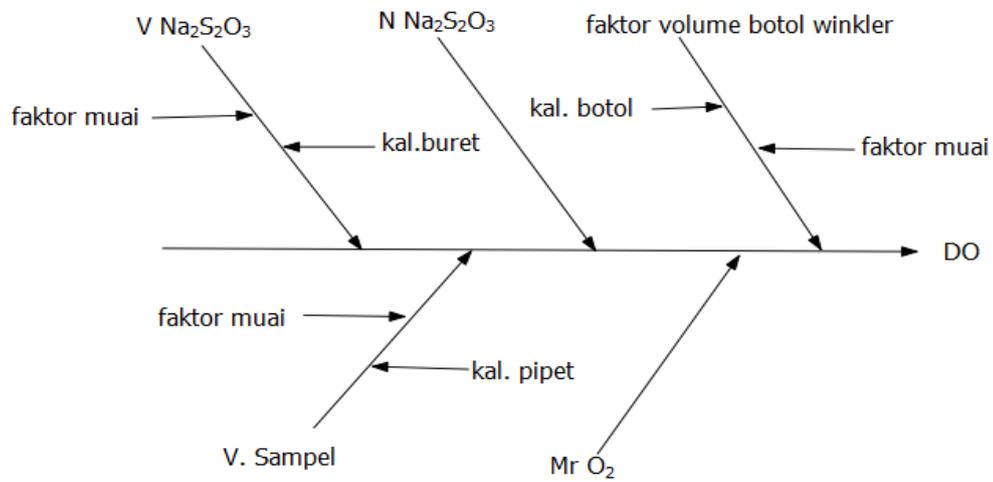
3. Membuat Diagram Tulang ikan

Sumber-sumber potensi gangguan dijadikan acuan dalam menentukan nilai ketidakpastian pengukuran. Penentuan nilai tersebut dilakukan dengan cara menghimpun dan menganalisis data kalibrasi dan ketertelusuran bahan.

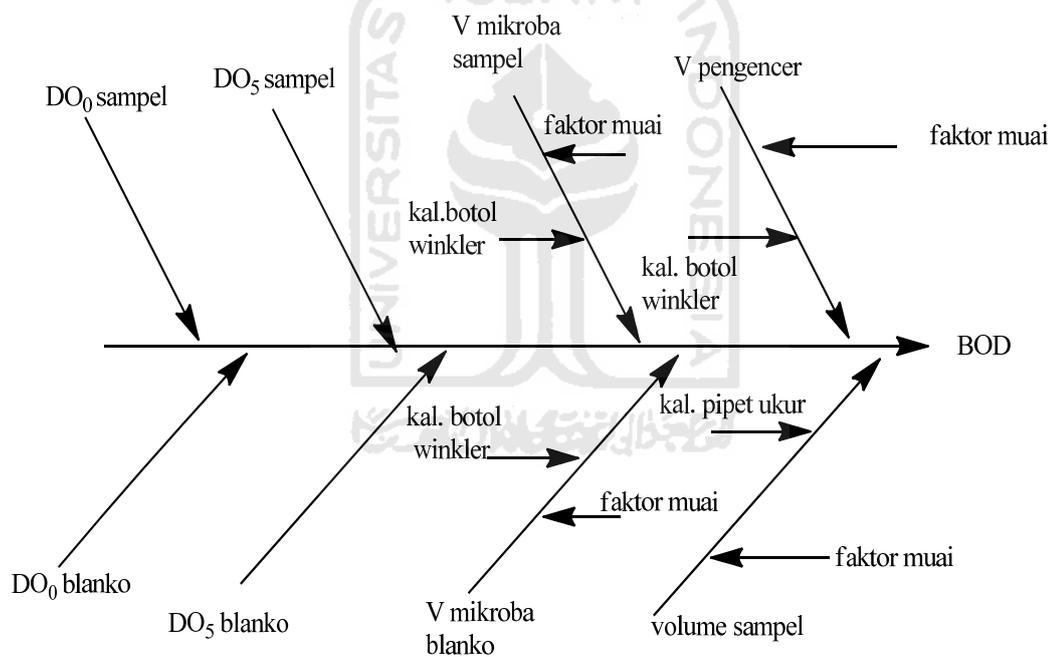
Faktor-faktor yang dianggap memberikan kontribusi terhadap nilai ketidakpastian pada penentuan kadar BOD yaitu ketidakpastian dari setiap kadar oksigen terlarut seperti normalitas tiosulfat, massa molekul relatif (M_r) dari oksigen, volume titrasi blanko, volume titrasi sampel, dan volume sampel. Faktor-faktor nilai ketidakpastian pengukuran ini ditunjukkan pada Gambar 4.5-4.7



Gambar 4.6 Diagram Tulang Ikan Normalitas Natrium Tiosulfat



Gambar 4.7 Diagram Tulang Ikan Pengukuran DO



Gambar 4.8 Diagram Tulang Ikan Pengukuran BOD

5. Menentukan Ketidakpastian Baku

Menentukan nilai ketidakpastian pada ketidakpastian baku menggunakan sumber-sumber dari alat yang digunakan. Sumber-sumber alat dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Sumber Nilai Ketidakpastian

Alat	Nilai Ketidakpastian	Sumber
Buret	0,0006 mL	Sertifikat
Labu ukur 10 mL	0,003 mL	Sertifikat
Neraca analitik	0,66 mg	Sertifikat
Botol winkler	0,1 mL	Alat
Pipet ukur 25 mL	0,08 mL	Sertifikat
Inkubator	0,3 °C	Alat
Oven	1,42 °C	Sertifikat

Ketidakpastian baku penentuan kadar DO didasarkan pada faktor-faktor yang dianggap memberikan kontribusi terhadap nilai ketidakpastian pengukuran yang dapat dilihat dari diagram tulang ikan pada Gambar 4.7. Faktor utama yang membentarkan kontribusi terhadap nilai ketidakpastian yaitu :

1) Volume titrasi

Ketidakpastian baku volume titrasi merupakan ketidakpastian tipe B. Penentuan ketidakpastian baku dari volume titrasi yaitu dengan menghitung ketidakpastian gabungan antara ketidakpastian asal kalibrasi dan ketidakpastian asal faktor muai. Ketidakpastian asal kalibrasi buret berdasarkan toleransi volume sertifikat alat yang dibagi dengan kepercayaan, sedangkan untuk ketidakpastian baku faktor muai didasarkan pada hasil kali volume titrasi dengan konstanta faktor muai dan selisih suhu yang dibagi dengan distribusi rektangular. Volume titrasi memberikan kontribusi nilai ketidakpastian asal dari kalibrasi dan faktor muai buret pada penentuan DO ini masing-masing ketidakpastian volume titrasi berbeda-beda.

2) Volume sampel

Ketidakpastian baku volume sampel merupakan ketidakpastian tipe B. Ketidakpastian baku dari volume titrasi sampel dihitung dengan cara yang sama dengan ketidakpastian volume titrasi blanko. Volume titrasi sampel memberikan kontribusi nilai ketidakpastian asal dari kalibrasi dan faktor muai buret yaitu sebesar 0,0611 mL.

3) Massa Atom relatif (M_r) O_2

Ketidakpastian baku massa atom relatif merupakan ketidakpastian tipe B. Ketidakpastian baku Massa Atom relatif (M_r) ditentukan dengan menghitung atom relatif dari oksigen. Ketidakpastian M_r merupakan hasil bagi antara ketidakpastian asal massa atom relatif dengan distribusi rektangular. Ketidapastian baku massa atom relatif dari oksigen adalah $2,449 \cdot 10^{-4}$ g/mol.

4) Normalitas $Na_2S_2O_3$

Ketidakpastian baku normalitas merupakan ketidakpastian tipe B. Ketidakpastian normalitas $Na_2S_2O_3$ ditentukan dengan menghitung ketidakpastian gabungan ketidakpastian baku volume $K_2Cr_2O_7$, volume titrasi dan Normalitas $K_2Cr_2O_7$. Penyumbang ketidakpastian normalitas kalium dikromat yaitu ketidakpastian asal massa dipengaruhi oleh ketidakpastian asal kalibrasi neraca, ketidakpastian volume kalium dikromat dipengaruhi oleh faktor muai dan kalibrasi labu ukur serta massa atom relatif O_2 . Ketidakpastian baku untuk normalitas $Na_2S_2O_3$ adalah sebesar $1,6034 \cdot 10^{-4}$ N.

5) Volume mikroba

Ketidakpastian baku volume mikroba ditentukan dari alat botol winkler dimana dari alat volumetri tidak ada informasi tingkat signifikan maka penentuan ketidakpastian baku volume mikroba ini ditentukan dengan menghitung ketidakpastian baku dengan mengikuti distribusi Triangular. ketidakpastian baku untuk volume mikroba pada botol winkler adalah 0,4565 mL.

5. Menentukan Ketidakpastian Gabungan

Ketidakpastian gabungan pengukuran kadar BOD merupakan ketidakpastian gabungan dari ketidakpastian DO. Berdasarkan faktor-faktor yang memberikan sumber ketidakpastian baku seperti yang terdapat dalam diagram tulang ikan, maka ketidakpastian gabungan untuk penentuan kadar BOD adalah gabungan ketidakpastian kadar DO. Ketidakpastian baku dari masing-masing ketidakpastian DO digunakan untuk menentukan ketidakpastian BOD dengan menggabungkan ketidakpastian gabungan kadar DO blanko 0 hari, 5 hari serta kadar DO sampel 0 hari dan 5 hari. Nilai ketidakpastian gabungan untuk penentuan BOD pada Sungai Langsur, Sungai Tanggul dan Sungai Premulung dari titik 1 ke

titik 2 berturut-turut adalah 0,0455 ;0,0115; 0,0325; 0,0274; 0,0638 dan 0,0332 mg/L.

6. Menentukan Ketidakpastian Diperluas

Ketidakpastian diperluas merupakan suatu ketidakpastian untuk mendapatkan kemungkinan bahwa hasil yang didapat dalam penentuan kadar BOD pada air sungai berada dalam rentang yang diberikan oleh ketidakpastian, maka ketidakpastian gabungan dikalikan dengan faktor cakupan(k) sebesar 2, pada tingkat kepercayaan 95%. Nilai ketidakpastian diperluas penentuan kadar BOD pada masing Sungai Langsur, Sungai Tanggul dan Sungai Premulung sampel titik 1 dan titik 2 berturut-turut adalah 0,091; 0,0230; 0,065; 0,0548; 0,1276 dan 0,0664 mg/L.

Tabel 4.4 Kadar BOD dengan Memperhitungkan Ketidakpastian

Sampel	Bagain	Kadar (mg/L)
Sungai langsur	Titik 1	3,0280 ±0,0910
	Titik 2	0,7676 ±0,0230
Sungai tanggul	Titik 1	2,1590 ±0,0650
	Titik 2	1,8231 ±0,0548
Sungai premulung	Titik 1	4,2223 ±0,1276
	Titik 2	2,2070 ±0,0664

Penentuan ketidakpastian kadar BOD air sungai terdapat 8 faktor utama penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD dengan persentase penyumbang ketidakpastian dapat dilihat pada Tabel 4.5-4.10.

Tabel 4.5 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD Sungai Langsur titik 1

sumber ketidakpastian	nilai (x)	satuan	ketidakpastian baku μ	ketidakpastian relatif baku (μ/x)	% ketidakpastian
DO nol blangko	6,3719	mg/L	0,0452	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO nol sampel	5,6042	mg/L	0,0397	$7,08 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima sampel	3,0708	mg/L	0,0218	$7,10 \times 10^{-3}$	19,6
DO lima blangko	6,3335	mg/L	0,0499	$7,88 \times 10^{-3}$	21,7
volume mikroba sampel	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
volume mikroba blangko	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
V contoh Uji	50	mL	0,0611	$1,22 \times 10^{-3}$	3,37
V lar.pengencer	200	mL	0,4565	$2,28 \times 10^{-3}$	6,29
				$3,63 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.6 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD Sungai Langsur titik 2

sumber ketidakpastian	nilai (x)	satuan	ketidakpastian baku μ	ketidakpastian relatif baku (μ/x)	% ketidakpastian
DO nol blangko	6,3719	mg/L	0,0452	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO nol sampel	5,4122	mg/L	0,0384	$7,10 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima sampel	4,6829	mg/L	0,0332	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima blangko	6,3335	mg/L	0,0499	$7,88 \times 10^{-3}$	21,7
volume mikroba sampel	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
volume mikroba blangko	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
V contoh Uji	50	mL	0,0611	$1,22 \times 10^{-3}$	3,37
v.lar pengencer	200	mL	0,4565	$2,28 \times 10^{-3}$	6,29
				$3,63 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.7 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD Sungai Tanggul titik 1

sumber ketidakpastian	nilai (x)	satuan	ketidakpastian baku μ	ketidakpastian relatif baku (μ/x)	% ketidakpastian
DO nol blangko	6,3719	mg/L	0,0452	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO nol sampel	5,8728	mg/L	0,0416	$7,08 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima sampel	4,0304	mg/L	0,0286	$7,10 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima blangko	6,3335	mg/L	0,0499	$7,88 \times 10^{-3}$	21,7
volume mikroba sampel	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
volume mikroba blangko	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
V contoh Uji	50	mL	0,0611	$1,22 \times 10^{-3}$	3,37
V.lar pengencer	200	mL	0,4565	$2,28 \times 10^{-3}$	6,29
				$3,63 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.8 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD Sungai Tanggul titik 2

sumber ketidakpastian	nilai (x)	Satuan	ketidakpastian baku μ	keridakpastian relatif baku (μ/x)	% ketidakpastian
DO nol blangko	6,3719	mg/L	0,0452	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO nol sampel	5,6809	mg/L	0,0403	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima sampel	4,1072	mg/L	0,0291	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima blangko	6,3335	mg/L	0,0499	$7,884 \times 10^{-3}$	21,7
volume mikroba sampel	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
volume mikroba blangko	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
V contoh Uji	50	mL	0,0611	$1,22 \times 10^{-3}$	3,37
v.lar pengencer	200	mL	0,4565	$2,28 \times 10^{-3}$	6,29
				$3,63 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.9 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD Sungai Premulung titik 1

sumber ketidakpastian	nilai (x)	satuan	ketidakpastian baku μ	keridakpastian relatif baku (μ/x)	% ketidakpastian
DO nol blanko	6,3719	mg/L	0,0452	$7,09 \times 10^{-3}$	19,4
DO nol sampel	4,0304	mg/L	0,0286	$7,10 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima sampel	0,5374	mg/L	0,0039	$7,26 \times 10^{-3}$	19,9
DO lima blanko	6,3335	mg/L	0,0499	$7,88 \times 10^{-3}$	21,6
volume mikroba sampel	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,01
volume mikroba blanko	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,01
V contoh Uji	50	mL	0,0611	$1,22 \times 10^{-3}$	3,35
V.lar pengencer	200	mL	0,4565	$2,28 \times 10^{-3}$	6,26
				$3,65 \times 10^{-2}$	

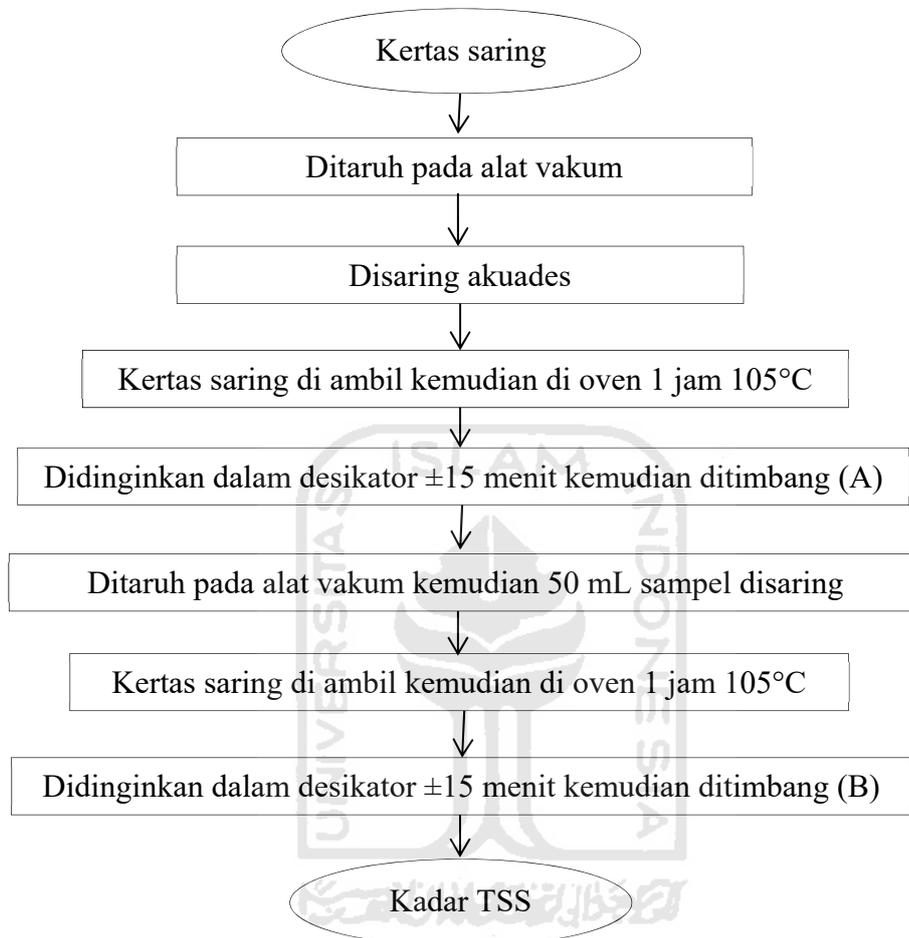
Tabel 4.10 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD Sungai Premulung titik 2

sumber ketidakpastian	nilai (x)	satuan	ketidakpastian baku	keridakpastian relatif baku (μ/x)	% ketidakpastian
DO nol blanko	6,3719	mg/L	0,0452	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO nol sampel	6,1032	mg/L	0,0433	$7,09 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima sampel	4,2223	mg/L	0,0299	$7,08 \times 10^{-3}$	19,5
DO lima blanko	6,3335	mg/L	0,0499	$7,88 \times 10^{-3}$	21,7
volume mikroba sampel	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
volume mikroba blanko	250	mL	0,4565	$1,83 \times 10^{-3}$	5,03
V contoh Uji	50	mL	0,0611	$1,22 \times 10^{-3}$	3,37
v.lar pengencer	200	mL	0,4565	$2,28 \times 10^{-3}$	6,29
				$3,63 \times 10^{-2}$	

Berdasarkan Tabel 4.4 – 4.9 diperoleh data penyumbang ketidakpastian terbesar untuk ketiga sampel sungai pada titik 1 dan titik 2 adalah sumber ketidakpastian dari DO lima blanko disebabkan oleh banyaknya faktor penyumbang ketidakpastian penentuan DO lima blanko yaitu adanya faktor inkubasi sampel yang harus disimpan selama 5 hari. Inkubasi menyebabkan tumbuhnya banyak mikroba sehingga menjadi penyumbang kesalahan terbesar.

4.3.2 Penentuan ketidakpastian kadar total padatan tersuspensi

1. Skema Kerja Penentuan Kadar TSS



Gambar 4.9 Skema penentuan kadar total padatan tersuspensi

2. Rumus penentuan TSS

$$\text{TSS} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{mL sampel}}$$

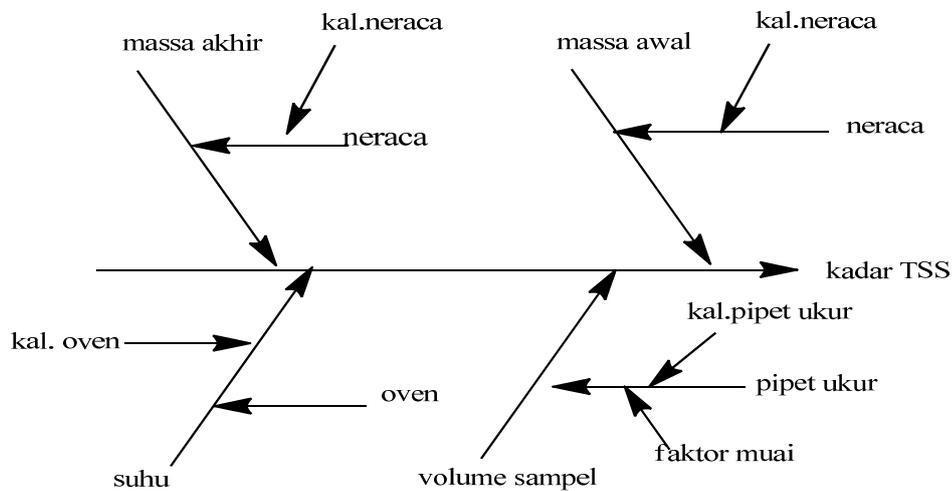
Keterangan :

A = massa kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring kosong setelah pemanasan (mg)

1000 = konversi satuan ke milligram

3. Diagram tulang ikan



Gambar 4.10 Diagram tulang ikan total padatan tersuspensi

4. Menentukan Ketidakpastian Baku

Ketidakpastian baku penentuan kadar TSS didasarkan pada faktor-faktor yang dianggap memberikan kontribusi terhadap nilai ketidakpastian pengukuran yang dapat dilihat dari diagram tulang ikan pada Gambar 4.6. Faktor utama yang membentarkan kontribusi terhadap nilai ketidakpastian yaitu :

1) Massa awal

Ketidakpastian baku massa awal merupakan ketidakpastian tipe B. Menentukan ketidakpastian baku dari massa kertas saring yaitu dengan menghitung ketidakpastian asal kalibrasi neraca dari sertifikat alat yang dibagi dengan nilai kepercayaan.

2) Massa akhir

Ketidakpastian baku massa akhir merupakan ketidakpastian tipe B. Menentukan ketidakpastian baku dari massa kertas saring+sampel yaitu dengan menghitung ketidakpastian asal kalibrasi neraca dari sertifikat alat yang dibagi dengan nilai kepercayaan.

3) Suhu

Ketidakpastian baku suhu diperoleh dari nilai ketidakpastian oven yang dihitung dari nilai ketidakpastian sertifikat alat oven dibagi dengan nilai kepercayaan diperoleh ketidakpastian oven sebesar $0,71\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4) Volume sampel

Ketidakpastian baku volume sampel merupakan ketidakpastian tipe B. Ketidakpastian baku dari volume sampel dihitung dari pipet ukur 25 mL yang digunakan untuk mengambil sampel. Ketidakpastian volume sampel diambil dari nilai ketidakpastian sertifikat alat dan faktor muai pipet ukur diperoleh nilai ketidakpastian volume sampel sebesar 0,043 mL.

5. Menentukan Ketidakpastian Gabungan

Ketidakpastian gabungan pengukuran kadar TSS merupakan ketidakpastian gabungan dari ketidakpastian baku. Berdasarkan faktor-faktor yang memberikan sumber ketidakpastian baku seperti yang terdapat dalam diagram tulang ikan yaitu massa awal, massa akhir, suhu dan volume sampel. Nilai ketidakpastian gabungan untuk penentuan TSS pada Sungai Langsur, Sungai Tanggul dan Sungai Premulung bagian titik 1 dan titik 2 berturut-turut adalah 1,9147; 2,3578; 1,2661; 0,3386; 0,8688 dan 0,1696 mg/L .

6. Menentukan Ketidakpastian Diperluas

Ketidakpastian diperluas merupakan suatu ketidakpastian untuk mendapatkan kemungkinan bahwa hasil yang didapat dalam penentuan kadar TSS pada air sungai berada dalam rentang yang diberikan oleh ketidakpastian, maka ketidakpastian gabungan dikalikan dengan faktor cakupan (k) sebesar 2, pada tingkat kepercayaan 95%. Nilai ketidakpastian diperluas penentuan kadar TSS pada masing-masing Sungai Langsur, Sungai Tanggul dan Sungai Premulung bagian titik 1 dan titik 2 berturut-turut adalah 3,8294; 4,7155; 2,5322; 0,6772; 1,7375 dan 0,3391 mg/L.

Tabel 4.11 Kadar TSS dengan Memperhitungkan Ketidakpastian

Sampel	Bagian	Kadar (mg/L)
Sungai Langsur	Titik 1	182,00 ±3,83
	Titik 2	224,00 ±4,72
Sungai Tanggul	Titik 1	120,00 ±2,53
	Titik 2	32,00 ±0,68
Sungai Premulung	Titik 1	82,00 ± 1,74
	Titik 2	16,00 ± 0,34

Penentuan ketidakpastian kadar TSS air sungai terdapat faktor utama penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS dengan presentase penyumbang ketidakpastian dapat dilihat pada Tabel 4.12 - 4.17

Tabel 4.12 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS Sungai Langsur titik 1

Sumber	nilai (X)	satuan	ketidakpastian baku (μ)	ketidakpastian relatif (μ / x)	% ketidakpastian
massa awal	111,4	Mg	0,33	$2,96 \times 10^{-3}$	14,14
massa akhir	120,5	Mg	0,33	$2,74 \times 10^{-3}$	13,08
Suhu	105	$^{\circ}\text{C}$	1,42	$1,35 \times 10^{-2}$	64,57
volume sampel	50	mL	0,086	$1,72 \times 10^{-3}$	8,21
				$2,095 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.13 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS sungai langsur titik 2

Sumber	nilai (X)	satuan	ketidakpastian baku (μ)	ketidakpastian relatif (μ / x)	% ketidakpastian
massa awal	110,1	Mg	0,33	$2,997 \times 10^{-3}$	14,30
massa akhir	121,3	Mg	0,33	$2,72 \times 10^{-3}$	12,98
Suhu	105	$^{\circ}\text{C}$	1,42	$1,35 \times 10^{-2}$	64,52
volume sampel	50	mL	0,086	$1,72 \times 10^{-3}$	8,21
				$2,096 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.14 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS sungai tanggul titik 1

Sumber	nilai (X)	satuan	ketidakpastian baku (μ)	ketidakpastian relatif (μ / x)	% ketidakpastian
massa awal	110,6	Mg	0,33	$2,98 \times 10^{-3}$	14,17
massa akhir	116,6	Mg	0,33	$2,83 \times 10^{-3}$	13,44
Suhu	105	$^{\circ}\text{C}$	1,42	$1,35 \times 10^{-2}$	64,22
volume sampel	50	mL	0,086	$1,72 \times 10^{-3}$	8,17
				$2,11 \times 10^{-2}$	

Tabel 4.15 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS sungai tanggul titik 2

Sumber	nilai (X)	satuan	ketidakpastian baku (μ)	ketidakpastian relatif (μ / x)	% ketidakpastian
massa awal	110,6	Mg	0,33	$2,98 \times 10^{-3}$	14,09
massa akhir	112,2	Mg	0,33	$2,94 \times 10^{-3}$	13,89
Suhu	105	$^{\circ}\text{C}$	1,42	$1,35 \times 10^{-2}$	63,89
volume sampel	50	mL	0,086	$1,72 \times 10^{-3}$ $2,12 \times 10^{-2}$	8,13

Tabel 4.16 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS sungai premulung titik 1

Sumber	nilai (X)	satuan	ketidakpastian baku (μ)	ketidakpastian relatif (μ / x)	% ketidakpastian
massa awal	108,5	Mg	0,33	$3,04 \times 10^{-3}$	14,34
massa akhir	112,6	Mg	0,33	$2,93 \times 10^{-3}$	13,81
Suhu	105	$^{\circ}\text{C}$	1,42	$1,35 \times 10^{-2}$	63,74
volume sampel	50	mL	0,086	$1,72 \times 10^{-3}$ $2,12 \times 10^{-2}$	8,11

Tabel 4.17 Faktor penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar TSS sungai premulung titik 2

Sumber	nilai (X)	satuan	ketidakpastian baku (μ)	ketidakpastian relatif (μ / x)	% ketidakpastian
massa awal	109,9	Mg	0,33	$3,003 \times 10^{-3}$	14,15
massa akhir	110,7	Mg	0,33	$2,98 \times 10^{-3}$	14,04
Suhu	105	$^{\circ}\text{C}$	1,42	$1,35 \times 10^{-2}$	63,71
volume sampel	50	mL	0,086	$1,72 \times 10^{-3}$ $2,123 \times 10^{-2}$	8,10

Berdasarkan tabel di atas diperoleh data penyumbang ketidakpastian terbesar untuk ketiga sampel sungai bagian titik 1 dan titik 2 adalah sumber ketidakpastian dari suhu mencapai lebih dari 60 %.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

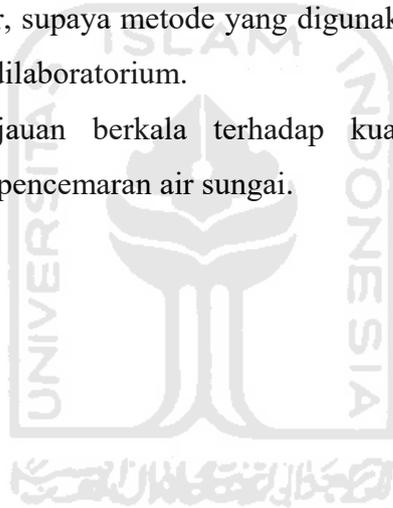
1. Sumber penyumbang ketidakpastian pengukuran kadar BOD, DO dan TSS yaitu DO meliputi volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, faktor volume botol winkler, volume sampel, Mr O_2 , dan suhu inkubator. BOD meliputi DO_0 , DO_5 sampel dan blanko, volume mikroba, volume pengencer, volume sampel. TSS meliputi massa, volume sampel dan suhu.
2. Nilai kadar DO, BOD dan TSS dengan memperhitungkan nilai ketidakpastian pengukuran Sungai Langsur, Sungai Tanggul, dan Sungai Premulung yaitu :
 - 1) Nilai kadar DO_0 Sungai Langsur, Sungai Tanggul, dan Sungai Premulung pada titik 1 dan 2 berturut-turut adalah $5,6042 \pm 0,0397$; $5,4122 \pm 0,0384$; $5,8728 \pm 0,0416$; $5,6809 \pm 0,0403$; $4,0304 \pm 0,0286$ dan $6,1032 \pm 0,0433$ mg/L.
 - 2) Nilai kadar DO_5 Sungai Langsur, Sungai Tanggul, dan Sungai Premulung pada titik 1 dan 2 berturut-turut adalah $3,0708 \pm 0,0218$; $4,6829 \pm 0,0332$; $4,0304 \pm 0,0286$; $4,1072 \pm 0,0291$; $0,5374 \pm 0,0039$; dan $4,2223 \pm 0,0299$ mg/L.
 - 3) Nilai kadar BOD Sungai Langsur, Sungai Tanggul, dan Sungai Premulung pada titik 1 dan 2 berturut-turut adalah $3,028 \pm 0,0910$; $0,7676 \pm 0,023$; $2,159 \pm 0,0650$; $1,8231 \pm 0,0548$; $4,2223 \pm 0,1276$ dan $2,307 \pm 0,0664$ mg/L.
 - 4) Nilai kadar TSS Sungai Langsur, Sungai Tanggul, dan Sungai Premulung pada titik 1 dan 2 berturut-turut adalah $182 \pm 3,8294$; $224 \pm 4,7155$; $120 \pm 2,5322$; $32 \pm 0,6772$; $82 \pm 1,7375$ dan $16 \pm 0,3391$ mg/L.
3. Kualitas air sungai parameter BOD, DO, dan TSS dengan membandingkan PP No 82 Tahun 2001 memiliki kualitas baik karena masih dibawah batas

maksimal kualitas air sungai Kelas II untuk BOD yaitu 3 mg/L, angka batas minimum DO yaitu 4 mg/L dan TSS melebihi kualitas air sungai kelas II yaitu diatas 50 mg/L.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil pengujian ini disarankan hal sebagai berikut :

1. Peralatan yang digunakan untuk pengujian rutin sebaiknya harus dikalibrasi terlebih dahulu dan kalibrasi dilakukan secara berkala, untuk pengambilan larutan sebaiknya menggunakan pipet volume yang terkalibrasi dibandingkan pipet ukur.
2. Perlu dilakukan verifikasi metode uji secara berkala pada setiap metode analisis kualitas air, supaya metode yang digunakan memiliki kinerja baik dan dapat dipakai dilaboratorium.
3. Diperlukan peninjauan berkala terhadap kualitas air sungai untuk mengetahui beban pencemaran air sungai.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., dan Santika S. S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida)*, SNI 06-6989.14-2004, Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Cara uji kadar padatan terlarut total secara gravimetri*, SNI 06-6989.27-2005, Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Cara uji kebutuhan oksigen biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. SNI 6989.72:2009. Jakarta : BSN.
- Bappedal Jateng. 2002. *Laporan Akhir Penyusun Prodil Lingkungan DAS Babon di Jawa Tengah*. Semarang : Bappedal.
- Darmanto B. 2011. *Badan Lingkungan Hidup Sukoharjo*. Solopos, 18 April 2013.
- Darsono, V. 1992. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Atmajaya.
- Davis, M. L. and D. A. Cornwell. 1991. *Introduction to Environmental Engineering. Second Edition*. New York: Mc-Graw-Hill. Inc.
- Day, R. A., dan Underwood, A. L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi keenam, Jakarta: Erlangga.
- Edzwald, Jk. 2010. *Water Quality and Treatment: A Handbook on Drinking Water. Sixth Edition*. Edzwald Jk, Editor. New York: McGraw Hill.
- Effendi. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelola Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fardiaz, S .1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta :Penerbit Kanisius.
- KAN. 2003. *Pedoman Evaluasi dan Penetapan Ketidakpastian Pengukuran*. Jakarta : Komite Akreditasi Nasional.
- Kantasubrata, J. 2014. *Materi Pelatihan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Laboratorium Kimia*. Jakarta: BSN.
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali Press.

- Mulyanto, H. R. 2007. *Sungai, Fungsi dan sifat-Sifatnya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Republik Indonesia, 2001, Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Republik Indonesia, 2009, Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Republik Indonesia, 2010, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.
- Republik Indonesia, 2011, Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.
- Riyanto, 2015, *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Salmin, 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, Volume XXX, Nomor 3: 21-26.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Suriawiria, U. 2003. *Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Tetrasari, H, 2003, *Validasi Metode Analisis*, Jakarta: Pusat Pengkajian dan Penetian Makanan BPPOM.
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Welasih, Tjatoer. 2008. *Penurunan BOD Dan COD Limbah Industri Kertas Dengan Air Laut Sebagai Koagulan*. Jurnal Rekayasa Perencanaan. 4(2): 1-13.
- Wiwoho, 2005, Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar Sungai Dengan QUAL2E. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.

LAMPIRAN



Lampiran 1

PERHITUNGAN STANDARISASI

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N

Volume $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 N = 10 mL

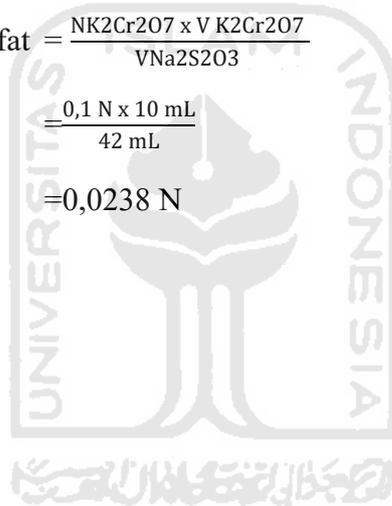
Volume titrasi = 42 mL

Titration	Volume titration (mL)
1	42,4
2	41,6
X	42

$$\text{Normalitas Natrium tiosulfat} = \frac{N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}$$

$$= \frac{0,1 \text{ N} \times 10 \text{ mL}}{42 \text{ mL}}$$

$$= 0,0238 \text{ N}$$



Lampiran 2

Analisis BOD

❖ BLANKO

0 hari

$$\begin{aligned} \text{DO}_0 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,66 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 6,3719 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

5 hari

$$\begin{aligned} \text{DO}_5 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,65 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 6,3335 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

❖ SAMPEL LANGSUR HULU

$$\begin{aligned} \text{DO}_0 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,46 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 5,6042 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DO}_5 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{0,8 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 3,0708 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD} &= \frac{(A1 - A2) - \left(\frac{(B1 - B2)}{VB} \right) Vc}{P} \\ &= \frac{(5,6042 - 3,0708) \text{ mg/L} - \left(\frac{(6,3719 - 6,3335) \text{ mg}}{1 \text{ ml}} \right) \times 3}{0,8} \\ &= 3,028 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

❖ SAMPEL LANGSUR HILIR

$$\begin{aligned} DO_0 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,41 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 5,4122 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DO_5 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,22 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 4,6829 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BOD &= \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right) V_c}{P} \\ &= \frac{(5,4122 - 4,6829) \text{ mg/L} - \left(\frac{(6,3719 - 6,3335) \text{ mg}}{1 \text{ ml}}\right) \times 3}{0,8} \\ &= 0,7676 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

❖ SAMPEL TANGGUL HULU

$$\begin{aligned} DO_0 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,53 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 5,8728 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DO_5 &= \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50} \\ &= \frac{1,05 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50} \\ &= 4,0304 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BOD &= \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right) V_c}{P} \\ &= \frac{(5,8728 - 4,0304) \text{ mg/L} - \left(\frac{(6,3719 - 6,3335) \text{ mg}}{1 \text{ ml}}\right) \times 3}{0,8} \\ &= 2,159 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

❖ SAMPEL TANGGUL HILIR

$$DO_0 = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$= \frac{1,48 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50}$$

$$= 5,6809 \text{ mg/L}$$

$$\text{DO}_5 = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$= \frac{1,07 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50}$$

$$= 4,1072 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD} = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right) V_c}{P}$$

$$= \frac{(5,6809 - 4,1072) \text{ mg/L} - \left(\frac{(6,3719 - 6,3335) \text{ mg}}{1 \text{ ml}}\right) \times 3}{0,8}$$

$$= 1,8231 \text{ mg/L}$$

❖ SAMPEL PREMULUNG HULU

$$\text{DO}_0 = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$= \frac{1,05 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50}$$

$$= 4,0304 \text{ mg/L}$$

$$\text{DO}_5 = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$= \frac{0,14 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50}$$

$$= 0,5374 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD} = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right) V_c}{P}$$

$$= \frac{(3,493 - 0,1152) \text{ mg/L} - \left(\frac{(6,3719 - 6,3335) \text{ mg}}{1 \text{ ml}}\right) \times 3}{0,8}$$

$$= 4,2223 \text{ mg/L}$$

❖ SAMPEL PREMULUNG HILIR

$$\text{DO}_0 = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$= \frac{1,59 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50}$$

$$= 6,1032 \text{ mg/L}$$

$$\text{DO}_5 = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

$$= \frac{1,1 \text{ mL} \times 0,0238 \text{ N} \times 8000 \times \frac{250}{248}}{50}$$

$$= 4,2223 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD} = \frac{(A1 - A2) - \left(\frac{B1 - B2}{VB} \right) Vc}{P}$$

$$= \frac{(6,1032 - 4,2223) \text{ mg/L} - \left(\frac{(6,3719 - 6,3335) \text{ mg}}{1 \text{ ml}} \right) \times 3}{0,8}$$

$$= 2,207 \text{ mg/L}$$



LAMPIRAN 3.

PENENTUAN KADAR TSS

1. SUNGAI LANGSUR HULU

Berat kertas saring sebelum dicuci =111,9 mg

Berat kertas saring setelah dicuci =111,4 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =120,5 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(120,5-111,4) \times 1000}{50} \\ &= 182 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

2. SUNGAI LANGSUR HILIR

Berat kertas saring sebelum dicuci =110,1 mg

Berat kertas saring setelah dicuci =110,1 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =121,3 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(121,3-110,1) \times 1000}{50} \\ &= 224 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

3. SUNGAI TANGGUL HULU

Berat kertas saring sebelum dicuci =110,6 mg

Berat kertas saring setelah dicuci =110,6 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =116,6 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(116,6-110,6) \times 1000}{50} \\ &= 120 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

4. SUNGAI TANGGUL HILIR

Berat kertas saring sebelum dicuci =112,2 mg

Berat kertas saring setelah dicuci =110,6 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =112,2 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(112,2-110,6) \times 1000}{50} \\ &= 32 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

5. SUNGAI PREMULUNG HULU

Berat kertas saring sebelum dicuci =108,8 mg

Berat kertas saring setelah dicuci =108,5 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =112,6 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(112,6-108,5) \times 1000}{50} \\ &= 82 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

6. SUNGAI PREMULUNG HILIR

Berat kertas saring sebelum dicuci =110,1 mg

Berat kertas saring setelah dicuci =109,9 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =110,7 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(110,7-109,9) \times 1000}{50} \\ &= 16 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

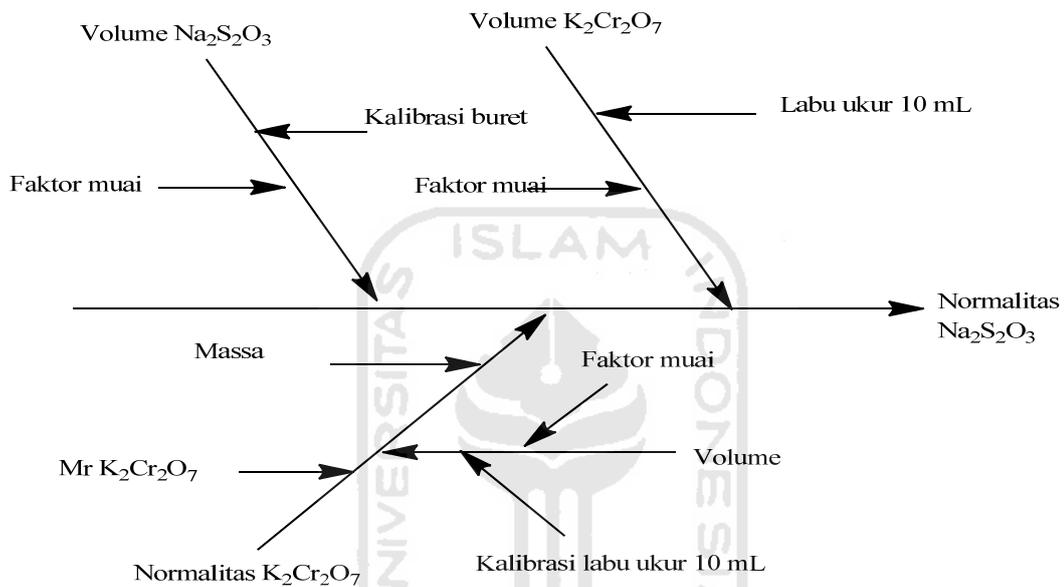
Lampiran 4

Estimasi ketidakpastian Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Rumus

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}} \times N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

Diagram tulang ikan



Ketidakpastian baku

1. Ketidakpastian baku Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (μ_v)

$$\begin{aligned} \text{a. } \mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

b. Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{42 \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (20,8 - 20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 4,0738 \times 10^{-3} \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_v &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((4,0738 \times 10^{-3}) - 3)^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,6596 \times 10^{-5})} \\
&= \sqrt{1,6686 \times 10^{-12}} \\
&= 4,0848 \times 10^{-6} \text{ mL}
\end{aligned}$$

2. Ketidakpastian baku Volume $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

a. Faktor kalibrasi

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,003}{2} \\
&= 1,5 \times 10^{-3} \text{ mL}
\end{aligned}$$

b. Faktor muai

$$\begin{aligned}
\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\
&= \frac{10 \text{ mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (21,3 - 20) ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\
&= 1,5762 \times 10^{-3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_v &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(1,5 \times 10^{-3})^2 + (1,5762 \times 10^{-3})^2} \\
&= \sqrt{(2,25 \times 10^{-6}) + (2,4844 \times 10^{-6})} \\
&= \sqrt{4,7344 \times 10^{-6}} \\
&= 2,1759 \times 10^{-3} \text{ mL}
\end{aligned}$$

3. Ketidakpastian baku Normalitas $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

a. ketidakpastian baku massa

$$\begin{aligned}
\mu_m &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,66 \text{ mg}}{2} \\
&= 0,33 \text{ mg}
\end{aligned}$$

b. ketidakpastian baku volume

Faktor kalibrasi

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,003}{2} \\
&= 1,5 \times 10^{-3} \text{ mL}
\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\mu_t = \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{10\text{mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 1,3^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\
&= 1,5762 \times 10^{-3} \\
\mu v &= \sqrt{(\mu k)^2 + (\mu t)^2} \\
&= \sqrt{(1,5 \times 10^{-3})^2 + (1,5762 \times 10^{-3})^2} \\
&= \sqrt{(2,25 \times 10^{-6}) + (2,4844 \times 10^{-6})} \\
&= \sqrt{4,7344 \times 10^{-6}} \\
&= 2,1759 \times 10^{-3} \text{ mL}
\end{aligned}$$

c. Ketidakpastian baku Mr $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Atom	Massa Atom	Jumlah Atom	S	ketidakpastian baku Mr (μ)
K	39,10	2	0,0001	5,7735E-05
Cr	52	2	0,0006	0,00034641
O	16	7	0,0003	0,000173205

$$\begin{aligned}
\mu Mr &= \sqrt{(2 \times \mu K)^2 + (2 \times \mu Cr)^2 + (7 \times \mu O)^2} \\
&= \sqrt{(2 \times 5,7735 \times 10^{-5})^2 + (2 \times 3,4641 \times 10^{-4})^2 + (7 \times 1,7321 \times 10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{1,9641 \times 10^{-6}} \\
&= 1,4015 \times 10^{-3}
\end{aligned}$$

d. Ketidakpastian baku Normalitas $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$$\begin{aligned}
\frac{\mu N}{N} &= \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\mu v}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu Mr}{Mr}\right)^2} \\
\frac{\mu N}{0,025 \text{ N}} &= \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{49,04 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{2,1759 \times 10^{-3} \text{ mL}}{10 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{1,4015 \times 10^{-3}}{294,2}\right)^2} \\
\mu N &= \sqrt{4,5329 \times 10^{-5}} \times 0,025 \text{ N} \\
\mu N &= 0,00673 \times 0,025 \\
&= 1,6832 \times 10^{-4} \text{ N}
\end{aligned}$$

4. ketidakpastian baku Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

$$\frac{\mu N}{N} = \sqrt{\left(\frac{\mu v}{m V_{\text{buret}}}\right)^2 + \left(\frac{\mu v}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu N}{N}\right)^2}$$

$$\frac{\mu\text{N}}{0,0238} = \sqrt{\left(\frac{4,0848 \times 10^{-3}}{42 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,1759 \times 10^{-3}}{10 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{1,6832 \times 10^4}{0,025 \text{ N}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu\text{N}}{0,0238} = \sqrt{9,4589 \times 10^{-9} + 4,7345 \times 10^{-8} + 4,5329 \times 10^{-5}}$$

$$\frac{\mu\text{N}}{0,0238} = \sqrt{4,5386 \times 10^{-5}}$$

$$\mu\text{N} = 6,7369 \times 10^{-3} \times 0,0238$$

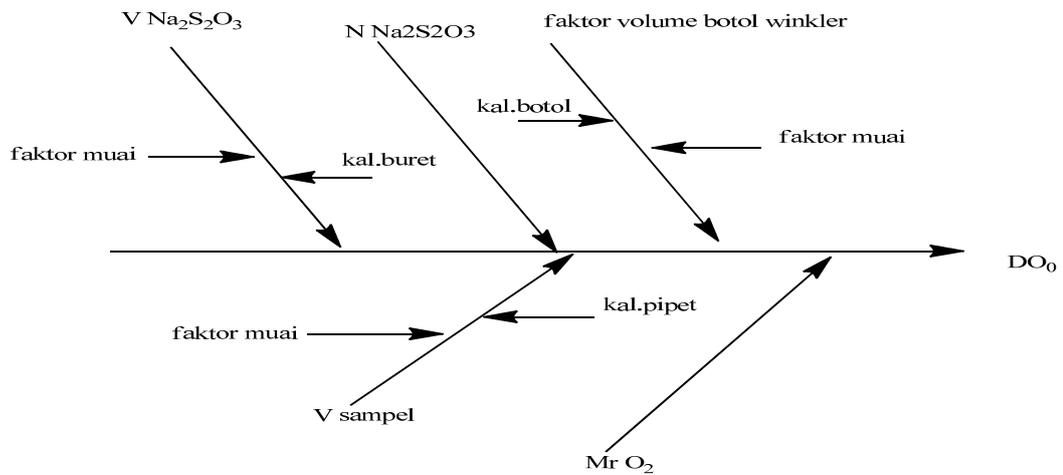
$$= 1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}$$



Lampiran 5

Penentuan ketidakpastian DO_0

Diagram tulang ikan



1. Ketidakpastian baku Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

a. Blanko

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned} \mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{1,66 \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (20,8 - 20) ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 1,610 \times 10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{vb} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + (1,610 \times 10^{-4})^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (2,5925 \times 10^{-8})} \\ &= \sqrt{1,15925 \times 10^{-7}} \\ &= 3,4048 \times 10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

b. Sampel Langsung titik 1

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned} \mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\mu_t = \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1,46 \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (20,8 - 20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\
&= 1,4161 \times 10^{-4} \text{ mL} \\
\mu_{V_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + (1,4161 \times 10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (2,0051 \times 10^{-8})} \\
&= \sqrt{1,1005 \times 10^{-7}} \\
&= 3,3174 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

c. Sampel Langsung titik 2

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,0006}{2} \\
&= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}
\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\
&= \frac{1,41 \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (20,8 - 20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\
&= 1,3676 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{V_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + (1,3676 \times 10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,8704 \times 10^{-8})} \\
&= \sqrt{1,0870 \times 10^{-7}} \\
&= 3,2970 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

d. Sampel Tanggul titik 1

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,0006}{2} \\
&= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\mu_t = \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1,53x \left((2,1x10^{-4}) \right)^{\circ Cx(20,8-20)^{\circ C}}}{\sqrt{3}} \\
&= 1,4840x10^{-4} \text{ mL} \\
\mu_{Vs} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(3x10^{-4})^2 + (1,4840x10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{(9x10^{-8}) + (2,203x10^{-8})} \\
&= \sqrt{1,1203x10^{-7}} \\
&= 3,3469x10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

e. Sampel Tanggul titik 2

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,0006}{2} \\
&= 3x10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}
\mu_t &= \frac{V \times (2,1x10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\
&= \frac{1,48x \left((2,1x10^{-4}) \right)^{\circ Cx(20,8-20)^{\circ C}}}{\sqrt{3}} \\
&= 1,4355 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{Vs} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(3x10^{-4})^2 + (1,4355x10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{(9x10^{-8}) + (2,0607x10^{-8})} \\
&= \sqrt{1,1061x10^{-7}} \\
&= 3,3258x10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

f. Sampel Premulung titik 1

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,0006}{2} \\
&= 3x10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\mu_t = \frac{V \times (2,1x10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1,05 \text{ mL} \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (20,8 - 20)^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\
&= 1,0184 \times 10^{-4} \text{ mL} \\
\mu_{V_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + (1,0184 \times 10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,0372 \times 10^{-8})} \\
&= \sqrt{1,0037 \times 10^{-7}} \\
&= 3,1682 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

g. Sampel Premulung titik 2

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}
\mu_k &= \frac{s}{k} \\
&= \frac{0,0006}{2} \\
&= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}
\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\
&= \frac{1,59 \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times (20,8 - 20)^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\
&= 1,5422 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{V_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\
&= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + (1,5422 \times 10^{-4})^2} \\
&= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (2,3784 \times 10^{-8})} \\
&= \sqrt{1,1378 \times 10^{-7}} \\
&= 3,3732 \times 10^{-4} \text{ mL}
\end{aligned}$$

2. Ketidakpastian baku Massa atom relatif O₂

$$\begin{aligned}
\mu_O &= \frac{0,0003}{\sqrt{3}} \\
&= 1,7320 \times 10^{-4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{O_2} &= \sqrt{2 \times (1,7320 \times 10^{-4})^2} \\
&= 2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}
\end{aligned}$$

3. Ketidakpastian baku volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25

$$\begin{aligned}\mu k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,08}{2} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu t &= \frac{Vx(2,1x10^{-4})x \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{25 x ((2,1x10^{-4})/^\circ Cx5,37^\circ C)}{\sqrt{3}} \\ &= 0,0163 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu v &= \sqrt{(\mu k)^2 + (\mu t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2} \\ &= \sqrt{(1,6x10^{-3}) + (2,6569x10^{-4})} \\ &= \sqrt{1,8657x10^{-3}} \\ &= 0,0432 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu v &= \sqrt{2x(0,0432)^2} \\ &= \sqrt{3,7314x10^{-3}} \\ &= 0,0611 \text{ mL}\end{aligned}$$

4. Ketidakpastian Botol Winkler

$$\begin{aligned}\mu k &= \frac{s}{\sqrt{6}} \\ &= \frac{0,1}{\sqrt{6}} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu t &= \frac{Vx(2,1x10^{-4})x \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{250 \text{ mL} x ((2,1x10^{-4})x(25-20)^\circ C)}{\sqrt{3}} \\ &= 0,4547 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu v_w &= \sqrt{(\mu k)^2 + (\mu t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,4547)^2} \\ &= \sqrt{0,2084} \\ &= 0,4565 \text{ mL}\end{aligned}$$

2. ketidakpastian baku DO₀

Blangko

$$\begin{aligned}\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vb}}{vb}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,4048 \times 10^{-4}}{1,66}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 6,3719 \text{ mg/L} \\ &= 0,0452 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Langsur titik 1

$$\begin{aligned}\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,3174 \times 10^{-4}}{1,46}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 5,6042 \text{ mg/L} \\ &= 0,0397 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Lansur titik 2

$$\begin{aligned}\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,2970 \times 10^{-4}}{1,41}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 5,4122 \text{ mg/L} \\ &= 0,0384 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Tanggul titik 1

$$\begin{aligned}\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,3469 \times 10^{-4}}{1,53}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 5,8728 \text{ mg/L} \\ &= 0,0416 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Tanggul titik 2

$$\begin{aligned}\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,3258 \times 10^{-4}}{1,48}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 5,6809 \text{ mg/L} \\ &= 0,0403 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Premulung titik 1

$$\mu_{DO_0} = \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,1682 \times 10^{-4}}{1,05}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 4,0304 \text{ mg/L}$$

$$= 0,0286 \text{ mg/L}$$

Premulung titik 2

$$\mu_{\text{DO}_0} = \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{V_s}}{v_s}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{p}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{O}_2}}{\text{O}_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,3732 \times 10^{-4}}{1,59}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2} \times 6,1032 \text{ mg/L}$$

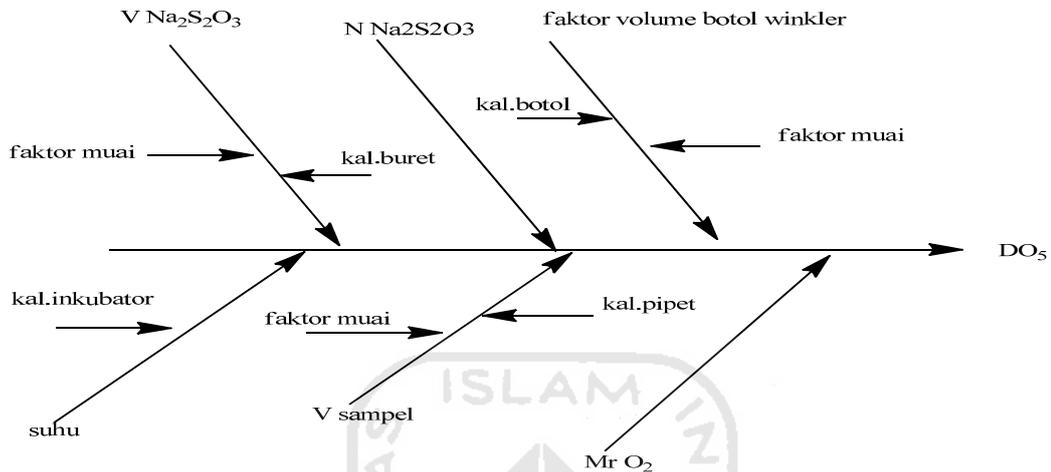
$$= 0,0433 \text{ mg/L}$$



Lampiran 6

Penentuan ketidakpastian DO₅

Diagram tulang ikan



1. Ketidakpastian baku Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

a. Blanko

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned} \mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu_t &= \frac{Vx(2,1x10^{-4})x \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{1,65 \times ((2,1x10^{-4})/^\circ\text{C}x0,8^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 1,6004x10^{-4}\text{mL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{vb} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3x10^{-4})^2 + ((1,6004x10^{-4}))^2} \\ &= \sqrt{(9x10^{-8}) + (2,5613x10^{-8})} \\ &= \sqrt{1,1561x10^{-7}} \\ &= 3,4002x10^{-4} \text{ mL} \end{aligned}$$

b. Sampel Langsung titik 1

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{0,8 \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 0,8^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\ &= 7,7596 \times 10^{-5} \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{V_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((7,7596 \times 10^{-5}))^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (6,0211 \times 10^{-9})} \\ &= \sqrt{9,6021 \times 10^{-8}} \\ &= 3,0987 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

c. Sampel Langsung titik 2

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{1,22 \text{ mL} \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 0,8^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\ &= 1,1833 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{V_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((1,1833 \times 10^{-4}))^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,4003 \times 10^{-8})} \\ &= \sqrt{1,0400 \times 10^{-7}} \\ &= 3,2249 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

d. Sampel Tanggul titik 1

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{1,05 \text{ mL} \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 0,8^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\ &= 1,0184 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{v_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((1,0184 \times 10^{-4}))^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,0372 \times 10^{-8})} \\ &= \sqrt{1,0037 \times 10^{-7}} \\ &= 3,1682 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

e. Sampel Tanggul titik 2

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{1,07 \text{ mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 0,8^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 1,0378 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{v_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((1,0378 \times 10^{-4}))^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,0771 \times 10^{-8})} \\ &= \sqrt{1,0077 \times 10^{-7}} \\ &= 3,1744 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

f. Sampel Premulang titik 1

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{0,14 \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 0,8^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\ &= 1,3579 \times 10^{-5} \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{v_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((1,3579 \times 10^{-5}))^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,8439 \times 10^{-10})} \\ &= \sqrt{9,0184 \times 10^{-8}} \\ &= 3,0031 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

g. Sampel Premulang titik 2

Faktor kalibrasi buret

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,0006}{2} \\ &= 3 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{1,1 \text{ mL} \times ((2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 0,8^\circ\text{C})}{\sqrt{3}} \\ &= 1,0669 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{v_s} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(3 \times 10^{-4})^2 + ((1,0669 \times 10^{-4}))^2} \\ &= \sqrt{(9 \times 10^{-8}) + (1,1384 \times 10^{-8})} \\ &= \sqrt{1,0138 \times 10^{-7}} \\ &= 3,1841 \times 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

5. Ketidakpastian baku Massa atom relatif O₂

$$\begin{aligned}\mu_{\text{O}} &= \frac{0,0003}{\sqrt{3}} \\ &= 1,7320 \times 10^{-4} \\ \mu_{\text{O}_2} &= \sqrt{2 \times (1,7320 \times 10^{-4})^2} \\ &= 2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}\end{aligned}$$

6. Ketidakpastian baku volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,08}{2} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{25 \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{C} \times 5,37^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,0163 \\ \mu_v &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2} \\ &= \sqrt{(1,6 \times 10^{-3}) + (2,6569 \times 10^{-4})} \\ &= \sqrt{1,8657 \times 10^{-3}} \\ &= 0,0432 \text{ mL} \\ \mu_v &= \sqrt{2 \times (0,0432)^2} \\ &= \sqrt{3,7314 \times 10^{-3}} \\ &= 0,0611\end{aligned}$$

7. Ketidakpastian Botol Winkler

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{\sqrt{6}} \\ &= \frac{0,1}{\sqrt{6}} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}
\mu t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\
&= \frac{250 \text{ mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) \times (25-20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\
&= 0,4547 \\
\mu v_w &= \sqrt{(\mu k)^2 + (\mu t)^2} \\
&= \sqrt{(0,04)^2 + (0,4547)^2} \\
&= \sqrt{0,2084} \\
&= 0,4565 \text{ mL}
\end{aligned}$$

8. Ketidakpastian baku suhu inkubator

$$\begin{aligned}
\mu T &= \frac{0,3}{2} \text{ }^\circ\text{C} \\
&= 0,15 \text{ }^\circ\text{C}
\end{aligned}$$

Ketidakpastian baku DO₅

Blangko

$$\begin{aligned}
\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vb}}{vb}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\mu_T}{T}\right)^2} \times C \\
&= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,4002 \times 10^{-4}}{1,65}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 6,3335 \text{ mg/L} \\
&= 0,0449 \text{ mg/L}
\end{aligned}$$

Langsur titik 1

$$\begin{aligned}
\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\mu_T}{T}\right)^2} \times C \\
&= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,0987 \times 10^{-4}}{0,8}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 3,0708 \text{ mg/L} \\
&= 0,0218 \text{ mg/L}
\end{aligned}$$

Langsur titik 2

$$\begin{aligned}
\mu_{DO_0} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\mu_T}{T}\right)^2} \times C \\
&= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,2249 \times 10^{-4}}{1,22}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 4,6829 \text{ mg/L} \\
&= 0,0332 \text{ mg/L}
\end{aligned}$$

Tanggul titik 1

$$\mu_{DO_0} = \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{O_2}}{O_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\mu_T}{T}\right)^2} \times C$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,1682 \times 10^{-4}}{1,05}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 4,0304 \text{ mg/L}$$

$$= 0,0286 \text{ mg/L}$$

Tanggul titik 2

$$\mu_{\text{DO}_0} = \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{p}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{O}_2}}{\text{O}_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\mu_T}{T}\right)^2} \times C$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,1744 \times 10^{-4}}{1,07}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 4,1072 \text{ mg/L}$$

$$= 0,0291 \text{ mg/L}$$

Premulung titik 1

$$\mu_{\text{DO}_0} = \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{p}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{O}_2}}{\text{O}_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2} \times C$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,0031 \times 10^{-4}}{0,14}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 0,5374 \text{ mg/L}$$

$$= 0,0039 \text{ mg/L}$$

Premulung titik 2

$$\mu_{\text{DO}_0} = \sqrt{\left(\frac{\mu_V}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{Vs}}{vs}\right)^2 + \left(\frac{\mu_w}{w}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{p}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{O}_2}}{\text{O}_2}\right)^2 + \left(\frac{\mu_N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\mu_T}{T}\right)^2} \times C$$

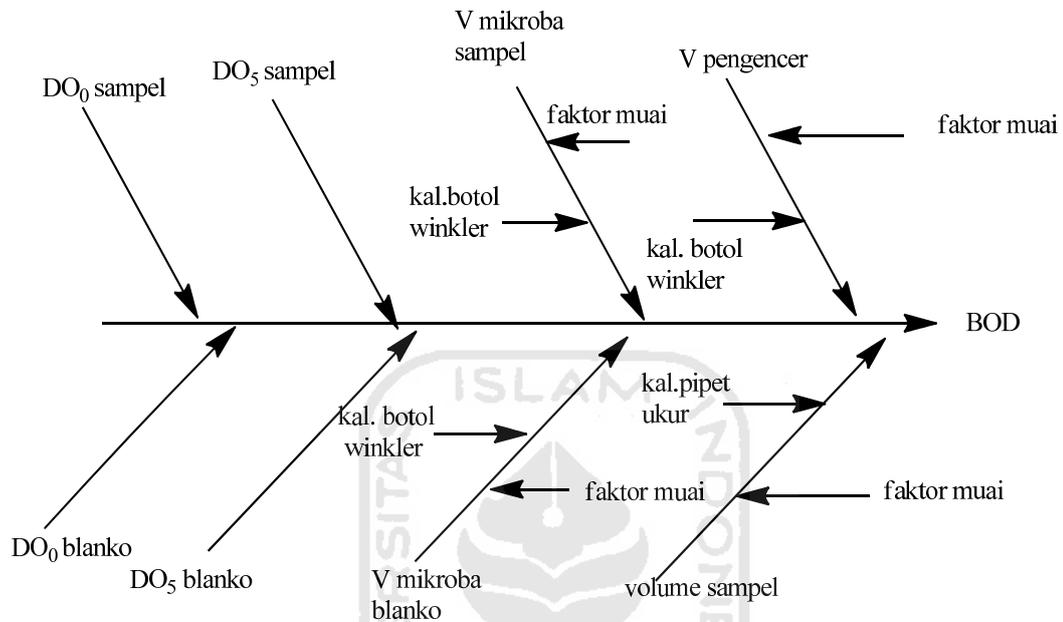
$$= \sqrt{\left(\frac{0,0611}{50}\right)^2 + \left(\frac{3,1841 \times 10^{-4}}{1,1}\right)^2 + \left(\frac{0,4565 \text{ mL}}{250 \text{ mL}}\right)^2 + \left(\frac{2,449 \times 10^{-4} \text{ g/mol}}{32}\right)^2 + \left(\frac{1,6034 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,0238 \text{ N}}\right)^2 + \left(\frac{0,15}{20}\right)^2} \times 4,2223 \text{ mg/L}$$

$$= 0,0299 \text{ mg/L}$$

Lampiran 7

Penentuan ketidakpastian BOD

Diagram tulang ikan



1. Ketidakpastian baku volume mikroba sampel (μV_{ms})

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{\sqrt{6}} \\ &= \frac{0,1}{\sqrt{6}} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times ((2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t)}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{250 \text{ mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) \times (25 - 20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,4547 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{vw} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,4547)^2} \\ &= \sqrt{0,2084} \\ &= 0,4565 \text{ mL}\end{aligned}$$

2. Ketidakpastian baku volume mikroba blanko (μV_{mb})

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{\sqrt{6}} \\ &= \frac{0,1}{\sqrt{6}} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{250 \text{ mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) \times (25 - 20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,4547 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{V_w} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,4547)^2} \\ &= \sqrt{0,2084} \\ &= 0,4565 \text{ mL}\end{aligned}$$

3. Ketidakpastian baku volume larutan pengencer (μV_p)

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{\sqrt{6}} \\ &= \frac{0,1}{\sqrt{6}} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{250 \text{ mL} \times (2,1 \times 10^{-4}) \times (25 - 20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,4547 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{V_w} &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,4547)^2} \\ &= \sqrt{0,2084} \\ &= 0,4565 \text{ mL}\end{aligned}$$

4. Ketidakpastian baku volume sampel (μV_s)

Faktor kalibrasi pipet ukur 25

$$\begin{aligned}\mu_k &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,08}{2} \\ &= 0,04 \text{ mL}\end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_t &= \frac{V \times (2,1 \times 10^{-4}) \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{25 \times (2,1 \times 10^{-4}) / ^\circ\text{Cx}5,37^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,0163 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_v &= \sqrt{(\mu_k)^2 + (\mu_t)^2} \\ &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2} \\ &= \sqrt{(1,6 \times 10^{-3}) + (2,6569 \times 10^{-4})} \\ &= \sqrt{1,8657 \times 10^{-3}} \\ &= 0,0432 \text{ mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_v &= \sqrt{2 \times (0,0432)^2} \\ &= \sqrt{3,7314 \times 10^{-3}} \\ &= 0,0611 \text{ mL}\end{aligned}$$

Ketidakpastian gabungan BOD₅

a. Sungai Langsur titik 1 μ_{BOD}

$$\begin{aligned}\mu_{\text{BOD}} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_{\text{DO0b}}}{\text{DO}_{0b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5b}}}{\text{DO}_{5b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO0s}}}{\text{DO}_{0s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5s}}}{\text{DO}_{5s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vms}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vmb}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s}{s}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0452}{6,3719}\right)^2 + \left(\frac{0,0499}{6,3335}\right)^2 + \left(\frac{0,0397}{5,6042}\right)^2 + \left(\frac{0,0218}{3,0708}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{200}\right)^2 + \left(\frac{0,0611}{50}\right)^2} \times 3,028 \text{ mg/L} \\ &= 0,0455 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

b. Sungai Langsur titik 2 μ_{BOD}

$$\begin{aligned}\mu_{\text{BOD}} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_{\text{DO0b}}}{\text{DO}_{0b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5b}}}{\text{DO}_{5b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO0s}}}{\text{DO}_{0s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5s}}}{\text{DO}_{5s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vms}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vmb}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s}{s}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0452}{6,3719}\right)^2 + \left(\frac{0,0499}{6,3335}\right)^2 + \left(\frac{0,0384}{5,4122}\right)^2 + \left(\frac{0,0332}{4,6829}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{200}\right)^2 + \left(\frac{0,0611}{50}\right)^2} \times 0,7676 \text{ mg/L} \\ &= 0,0115 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

c. Sungai Tanggul titik 1 μ_{BOD}

$$\begin{aligned}\mu_{\text{BOD}} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_{\text{DO0b}}}{\text{DO}_{0b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5b}}}{\text{DO}_{5b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO0s}}}{\text{DO}_{0s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5s}}}{\text{DO}_{5s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vms}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vmb}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s}{s}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0452}{6,3719}\right)^2 + \left(\frac{0,0499}{6,3335}\right)^2 + \left(\frac{0,0416}{5,8728}\right)^2 + \left(\frac{0,0286}{4,0304}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{200}\right)^2 + \left(\frac{0,0611}{50}\right)^2} \times 2,159 \text{ mg/L} \\ &= 0,0325 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

d. Sungai Tanggul titik 2 μ_{BOD}

$$\begin{aligned}\mu_{\text{BOD}} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_{\text{DO0b}}}{\text{DO}_{0b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5b}}}{\text{DO}_{5b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO0s}}}{\text{DO}_{0s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5s}}}{\text{DO}_{5s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vms}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vmb}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s}{s}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0452}{6,3719}\right)^2 + \left(\frac{0,0499}{6,3335}\right)^2 + \left(\frac{0,0403}{5,6809}\right)^2 + \left(\frac{0,0291}{4,1072}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{200}\right)^2 + \left(\frac{0,0611}{50}\right)^2} \times 1,8231 \text{ mg/L} \\ &= 0,0274 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

e. Sungai Premulungr titik 1 μ_{BOD}

$$\begin{aligned}\mu_{\text{BOD}} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_{\text{DO0b}}}{\text{DO}_{0b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5b}}}{\text{DO}_{5b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO0s}}}{\text{DO}_{0s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5s}}}{\text{DO}_{5s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vms}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vmb}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s}{s}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0452}{6,3719}\right)^2 + \left(\frac{0,0499}{6,3335}\right)^2 + \left(\frac{0,0286}{4,0304}\right)^2 + \left(\frac{0,0039}{0,5374}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{200}\right)^2 + \left(\frac{0,0611}{50}\right)^2} \times 4,2223 \text{ mg/L} \\ &= 0,0638 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

f. Sungai Premulung titik 2 μ_{BOD}

$$\begin{aligned}\mu_{\text{BOD}} &= \sqrt{\left(\frac{\mu_{\text{DO0b}}}{\text{DO}_{0b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5b}}}{\text{DO}_{5b}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO0s}}}{\text{DO}_{0s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{DO5s}}}{\text{DO}_{5s}}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vms}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_{\text{Vmb}}}{V}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{P}\right)^2 + \left(\frac{\mu_s}{s}\right)^2} \times C \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0452}{6,3719}\right)^2 + \left(\frac{0,0499}{6,3335}\right)^2 + \left(\frac{0,0433}{6,1032}\right)^2 + \left(\frac{0,0299}{4,2223}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{250}\right)^2 + \left(\frac{0,4565}{200}\right)^2 + \left(\frac{0,0611}{50}\right)^2} \times 2,207 \text{ mg/L} \\ &= 0,0332 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Lampiran 8

Penentuan ketidakpastian TSS

❖ SUNGAI LANGSUR TITIK 1

Berat kertas saring setelah dicuci = 111,4 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi = 120,5 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(120,5 - 111,4) \times 1000}{50} \\ &= 182 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Ketidakpastian baku

a) Ketidakpastian baku massa

Kal. Neraca

μm

μm

μm

$$\begin{aligned} &= \frac{s}{k} \\ &= \frac{0,66 \text{ mg}}{2} \\ &= 0,33 \text{ mg} \end{aligned}$$

b) Ketidakpastian suhu

Kal. oven

μk

μo

μo

$$\begin{aligned} &= \frac{s}{\sqrt{k}} \\ &= \frac{1,42 \text{ }^\circ\text{C}}{2} \\ &= 0,71 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

c) Ketidakpastian volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25mL

μk = $\frac{s}{k}$

μk = $\frac{0,08}{2}$

μk = 0,04 mL

Faktor muai

μk = $\frac{V \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times \Delta t}{\sqrt{3}}$

$$\mu_k = \frac{25 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C} \times 5,37 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$$

$$\mu_k = 0,0163 \text{ mL}$$

$$\mu_v = \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2}$$

$$\mu_v = \sqrt{1,6 \times 10^{-3} \times 2,6494 \times 10^{-4}}$$

$$\mu_v = \sqrt{1,8649 \times 10^{-3}}$$

$$\mu_v = 0,043 \text{ mL}$$

2. Ketidakpastian gabungan

$$\frac{\mu G}{K} = \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m1}\right)^2 + \left(\frac{\mu m}{m0}\right)^2 + \left(\frac{\mu \text{oven}}{\text{suhu}}\right)^2 + \left(\frac{\mu V_s}{V_s}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{182 \text{ mg}} = \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{120,5 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{0,33 \text{ mg}}{111,4 \text{ mg}}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{0,71 \text{ } ^\circ\text{C}}{105 \text{ } ^\circ\text{C}}\right)^2 + \left(\frac{0,043 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{182 \text{ mg}} = \sqrt{(2,7386 \times 10^{-3})^2 + (2,9623 \times 10^{-3})^2 + 2 \times (6,7619 \times 10^{-3})^2 + (1,72 \times 10^{-3})^2}$$

$$\frac{\mu G}{182 \text{ mg}} = \sqrt{(7,4999 \times 10^{-6}) + 8,7752 \times 10^{-6} + 9,1447 \times 10^{-5} + 2,9584 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{\mu G}{182 \text{ mg}} = \sqrt{1,1068 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = (1,052 \times 10^{-2}) \times 182 \text{ mg/L}$$

$$\mu G = 1,9147 \text{ mg/L}$$

3. Ketidakpastian diperluas

$$U = \mu G \times k$$

$$= 1,9147 \times 2$$

$$= 3,8294 \text{ mg/L}$$

Jadi nilai ketidakpastian kadar TSS Sungai Langsur titik 1 $182 \pm 3,8294 \text{ mg/L}$

❖ SUNGAI LANGSUR TITIK 2

Berat kertas saring setelah dicuci =110,1 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =121,3 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(121,3 - 110,1) \times 1000}{50} \\ &= 224 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Ketidakpastian baku

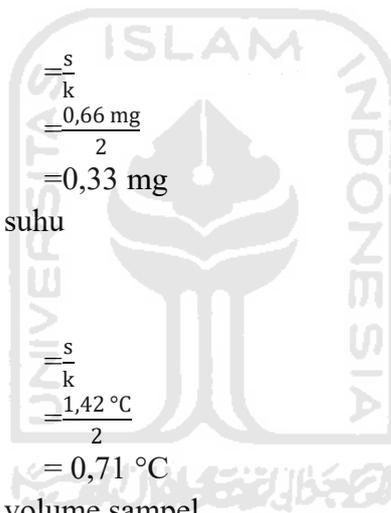
a) Ketidakpastian baku massa

Kal. Neraca

$$\mu\text{m}$$

$$\mu\text{m}$$

$$\mu\text{m}$$



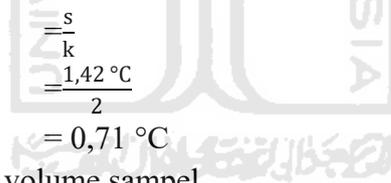
b) Ketidakpastian suhu

Kal. oven

$$\mu\text{o}$$

$$\mu\text{o}$$

$$\mu\text{o}$$



c) Ketidakpastian volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25mL

$$\mu\text{k} = \frac{s}{k}$$

$$\mu\text{k} = \frac{0,08}{2}$$

$$\mu\text{k} = 0,04$$

Faktor muai

$$\mu\text{k} = \frac{V \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times \Delta t}{\sqrt{3}}$$

$$\mu\text{k} = \frac{25\text{mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times 5,37 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$$

$$\mu_k = 0,0163$$

$$\mu_v = \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2}$$

$$\mu_v = \sqrt{1,6 \times 10^{-3} \times 2,6494 \times 10^{-4}}$$

$$\mu_v = \sqrt{1,8649 \times 10^{-3}}$$

$$\mu_v = 0,043$$

2. Ketidakpastian gabungan

$$\frac{\mu G}{K} = \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m1}\right)^2 + \left(\frac{\mu m}{m0}\right)^2 + \left(\frac{\mu \text{oven}}{\text{suhu}}\right)^2 + \left(\frac{\mu V_s}{V_s}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{224 \text{ mg}} = \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{121,3 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{0,33 \text{ mg}}{110,1 \text{ mg}}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{0,71 \text{ }^\circ\text{C}}{105 \text{ }^\circ\text{C}}\right)^2 + \left(\frac{0,043 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{224 \text{ mg}} = \sqrt{(2,7205 \times 10^{-3})^2 + (2,9973 \times 10^{-3})^2 + 2 \times (6,7619 \times 10^{-3})^2 + (1,72 \times 10^{-3})^2}$$

$$\frac{\mu G}{224 \text{ mg}} = \sqrt{(7,4013 \times 10^{-6}) + (8,9837 \times 10^{-6}) + (9,1447 \times 10^{-5}) + (2,9584 \times 10^{-6})}$$

$$\frac{\mu G}{224 \text{ mg}} = \sqrt{1,1079 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = (1,0526 \times 10^{-2}) \times 224 \text{ mg/L}$$

$$\mu G = 2,3578 \text{ mg/L}$$

3. Ketidakpastian diperluas

$$U = \mu G \times k$$

$$= 2,3578 \times 2$$

$$= 4,7155 \text{ mg/L}$$

Jadi nilai ketidakpastian kadar TSS Sungai Langsur titik 2 kadar $224 \pm 4,7155$ mg/L

❖ SUNGAI TANGGUL TITIK 1

Berat kertas saring setelah dicuci =110,6 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi =116,6 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(116,6-110,6) \times 1000}{50} \\ &= 120 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Ketidakpastian baku

a) Ketidakpastian baku massa

Kal. Neraca

$$\begin{aligned} \mu\text{m} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{m} &= \frac{0,66 \text{ mg}}{2} \\ \mu\text{m} &= 0,33 \text{ mg} \end{aligned}$$

b) Ketidakpastian suhu

Kal. oven

$$\begin{aligned} \mu\text{o} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{o} &= \frac{1,42 \text{ }^\circ\text{C}}{2} \\ \mu\text{o} &= 0,71 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

c) Ketidakpastian volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25mL

$$\begin{aligned} \mu\text{k} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{k} &= \frac{0,08}{2} \\ \mu\text{k} &= 0,04 \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu\text{k} &= \frac{V \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ \mu\text{k} &= \frac{25\text{mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times 5,37 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

$$\mu_k = 0,0163$$

$$\mu_v = \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2}$$

$$\mu_v = \sqrt{1,6 \times 10^{-3} \times 2,6494 \times 10^{-4}}$$

$$\mu_v = \sqrt{1,8649 \times 10^{-3}}$$

$$\mu_v = 0,043 \text{ mL}$$

2. Ketidakpastian gabungan

$$\frac{\mu G}{K} = \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m1}\right)^2 + \left(\frac{\mu m}{m0}\right)^2 + \left(\frac{\mu \text{oven}}{\text{suhu}}\right)^2 + \left(\frac{\mu V_s}{V_s}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{120 \text{ mg}} = \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{116,6 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{0,33 \text{ mg}}{110,6 \text{ mg}}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{0,71 \text{ }^\circ\text{C}}{105 \text{ }^\circ\text{C}}\right)^2 + \left(\frac{0,043 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{120 \text{ mg}} = \sqrt{(2,8302 \times 10^{-3})^2 + (2,9984 \times 10^{-3})^2 + 2 \times (6,7619 \times 10^{-3})^2 + (1,72 \times 10^{-3})^2}$$

$$\frac{\mu G}{120 \text{ mg}} = \sqrt{(8,00996 \times 10^{-6}) + 8,9904 \times 10^{-6} + (9,1447 \times 10^{-5}) + 2,9584 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{\mu G}{120 \text{ mg}} = \sqrt{1,1132 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = (1,0551 \times 10^{-2}) \times 120 \text{ mg/L}$$

$$\mu G = 1,2661 \text{ mg/L}$$

3. Ketidakpastian diperluas

$$U = \mu G \times k$$

$$= 1,2661 \times 2$$

$$= 2,5322 \text{ mg/L}$$

Jadi nilai ketidakpastian kadar TSS Sungai Tanggul titik 1 kadar $120 \pm 2,5322$ mg/L

❖ SUNGAI TANGGUL TITIK 2

Berat kertas saring setelah dicuci = 110,6 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi = 112,2 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(112,2 - 110,6) \times 1000}{50} \\ &= 32 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Ketidakpastian baku

a) Ketidakpastian baku massa

Kal. Neraca

$$\begin{aligned} \mu\text{m} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{m} &= \frac{0,66 \text{ mg}}{2} \\ \mu\text{m} &= 0,33 \text{ mg} \end{aligned}$$

b) Ketidakpastian baku suhu

Kal. oven

$$\begin{aligned} \mu\text{o} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{o} &= \frac{1,42 \text{ }^\circ\text{C}}{2} \\ \mu\text{o} &= 0,71 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

c) Ketidakpastian volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25mL

$$\begin{aligned} \mu\text{k} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{k} &= \frac{0,08}{2} \\ \mu\text{k} &= 0,04 \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu\text{k} &= \frac{V \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ \mu\text{k} &= \frac{25 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times 5,37 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

$$\mu k = 0,0163$$

$$\mu v = \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2}$$

$$\mu v = \sqrt{1,6 \times 10^{-3} \times 2,6494 \times 10^{-4}}$$

$$\mu v = \sqrt{1,8649 \times 10^{-3}}$$

$$\mu v = 0,043 \text{ mL}$$

2. Ketidakpastian gabungan

$$\frac{\mu G}{K} = \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m1}\right)^2 + \left(\frac{\mu m}{mo}\right)^2 + \left(\frac{\mu oven}{suhu}\right)^2 + \left(\frac{\mu Vs}{Vs}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{32 \text{ mg}} = \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{112,2 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{0,33 \text{ mg}}{110,6 \text{ mg}}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{0,71 \text{ }^\circ\text{C}}{105 \text{ }^\circ\text{C}}\right)^2 + \left(\frac{0,043 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{32 \text{ mg}} = \sqrt{(2,9412 \times 10^{-3})^2 + (2,9984 \times 10^{-3})^2 + 2 \times (6,7619 \times 10^{-3})^2 + (1,72 \times 10^{-3})^2}$$

$$\frac{\mu G}{32 \text{ mg}} = \sqrt{(8,6505 \times 10^{-6}) + 8,9904 \times 10^{-6} + (9,1447 \times 10^{-5}) + 2,9584 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{\mu G}{32 \text{ mg}} = \sqrt{1,1196 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = (1,0581 \times 10^{-2}) \times 32 \text{ mg/L}$$

$$\mu G = 0,3386 \text{ mg}$$

3. Ketidakpastian diperluas

$$U = \mu G \times k$$

$$= 0,3386 \times 2$$

$$= 0,6772$$

Jadi nilai ketidakpastian kadar TSS Sungai Tanggul titik 2 kadar $32 \pm 0,6772$ mg/L

❖ SUNGAI PREMULUNG TITIK 1

$$\text{Berat kertas saring setelah dicuci} = 108,5 \text{ mg}$$

Berat kertas saring setelah difiltrasi = 112,6 mg

$$\begin{aligned} \text{TSS} &= \frac{A-B \times 1000}{50} \\ &= \frac{(112,6 - 108,5) \times 1000}{50} \\ &= 82 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

1. Ketidakpastian baku

a) Ketidakpastian baku massa

Kal. Neraca

$$\begin{aligned} \mu\text{m} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{m} &= \frac{0,66 \text{ mg}}{2} \\ \mu\text{m} &= 0,33 \text{ mg} \end{aligned}$$

b) Ketidakpastian suhu

Kal. oven

$$\begin{aligned} \mu\text{o} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{o} &= \frac{1,42 \text{ }^\circ\text{C}}{2} \\ \mu\text{o} &= 0,71 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

c) Ketidakpastian volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25mL

$$\begin{aligned} \mu\text{k} &= \frac{s}{k} \\ \mu\text{k} &= \frac{0,08}{2} \\ \mu\text{k} &= 0,04 \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu\text{k} &= \frac{V \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ \mu\text{k} &= \frac{25 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times 5,37 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ \mu\text{k} &= 0,0163 \\ \mu\text{G} &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2} \end{aligned}$$

$$\mu G = \sqrt{1,6 \times 10^{-3} \times 2,6494 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = \sqrt{1,8649 \times 10^{-3}}$$

$$\mu G = 0,043$$

2. Ketidakpastian gabungan

$$\frac{\mu G}{K} = \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m1}\right)^2 + \left(\frac{\mu m}{mo}\right)^2 + \left(\frac{\mu oven}{suhu}\right)^2 + \left(\frac{\mu Vs}{Vs}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{82 \text{ mg}} = \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{112,6 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{0,33 \text{ mg}}{108,2 \text{ mg}}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{0,71 \text{ }^\circ\text{C}}{105 \text{ }^\circ\text{C}}\right)^2 + \left(\frac{0,043 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{82 \text{ mg}} = \sqrt{(2,9307 \times 10^{-3})^2 + (3,0499 \times 10^{-3})^2 + 2 \times (6,7619 \times 10^{-3})^2 + (1,72 \times 10^{-3})^2}$$

$$\frac{\mu G}{82 \text{ mg}} = \sqrt{(8,5892 \times 10^{-6}) + (9,3019 \times 10^{-6}) + (9,1447 \times 10^{-5}) + (2,9584 \times 10^{-6})}$$

$$\frac{\mu G}{82 \text{ mg}} = \sqrt{1,1225 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = (1,0595 \times 10^{-2}) \times 82 \text{ mg/L}$$

$$\mu G = 0,8688 \text{ mg/L}$$

3. Ketidakpastian diperluas

$$U = \mu G \times k$$

$$= 0,8688 \times 2$$

$$= 1,7375 \text{ mg/L}$$

Jadi nilai ketidakpastian kadar TSS Sungai Premulung titik 1 kadar $82 \pm 1,7375$ mg/L

❖ SUNGAI PREMULUNG TITIK 2

Berat kertas saring setelah dicuci = 109,9 mg

Berat kertas saring setelah difiltrasi = 110,7 mg

$$\text{TSS} = \frac{A - B \times 1000}{50}$$

$$\frac{=(110,7-109,9) \times 1000}{50}$$

$$=16 \text{ mg/L}$$

1. Ketidakpastian baku

a) Ketidakpastian baku massa

Kal. Neraca

$$\begin{aligned} \mu_m &= \frac{s}{k} \\ \mu_m &= \frac{0,66 \text{ mg}}{2} \\ \mu_m &= 0,33 \text{ mg} \end{aligned}$$

b) Ketidakpastian suhu

Kal. oven

$$\begin{aligned} \mu_o &= \frac{s}{k} \\ \mu_o &= \frac{1,42 \text{ }^\circ\text{C}}{2} \\ \mu_o &= 0,71 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

c) Ketidakpastian volume sampel

Faktor kalibrasi pipet ukur 25mL

$$\begin{aligned} \mu_k &= \frac{s}{k} \\ \mu_k &= \frac{0,08}{2} \\ \mu_k &= 0,04 \end{aligned}$$

Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu_k &= \frac{V \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times \Delta t}{\sqrt{3}} \\ \mu_k &= \frac{25 \text{ mL} \times 2,1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C} \times 5,37 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ \mu_k &= 0,0163 \\ \mu_v &= \sqrt{(0,04)^2 + (0,0163)^2} \\ \mu_v &= \sqrt{1,6 \times 10^{-3} \times 2,6494 \times 10^{-4}} \end{aligned}$$

$$\mu v = \sqrt{1,8649 \times 10^{-3}}$$

$$\mu v = 0,043$$

2. Ketidakpastian gabungan

$$\frac{\mu G}{K} = \sqrt{\left(\frac{\mu m}{m1}\right)^2 + \left(\frac{\mu m}{m0}\right)^2 + \left(\frac{\mu oven}{suhu}\right)^2 + \left(\frac{\mu Vs}{Vs}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{16 \text{ mg}} = \sqrt{\left(\frac{0,33 \text{ mg}}{110,7 \text{ mg}}\right)^2 + \left(\frac{0,33 \text{ mg}}{109,9 \text{ mg}}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{0,71 \text{ }^\circ\text{C}}{105 \text{ }^\circ\text{C}}\right)^2 + \left(\frac{0,043 \text{ mL}}{25 \text{ mL}}\right)^2}$$

$$\frac{\mu G}{16 \text{ mg}} = \sqrt{(2,9810 \times 10^{-3})^2 + (3,0027 \times 10^{-3})^2 + 2 \times (6,7619 \times 10^{-3})^2 + (1,72 \times 10^{-3})^2}$$

$$\frac{\mu G}{16 \text{ mg}} = \sqrt{(8,8865 \times 10^{-6}) + 9,0164 \times 10^{-6} + (9,1447 \times 10^{-5}) + 2,9584 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{\mu G}{16 \text{ mg}} = \sqrt{1,1231 \times 10^{-4}}$$

$$\mu G = (1,0598 \times 10^{-2}) \times 16 \text{ mg/L}$$

$$\mu G = 0,1696 \text{ mg/L}$$

3. Ketidakpastian diperluas

$$U = \mu G \times k$$

$$= 0,1696 \times 2$$

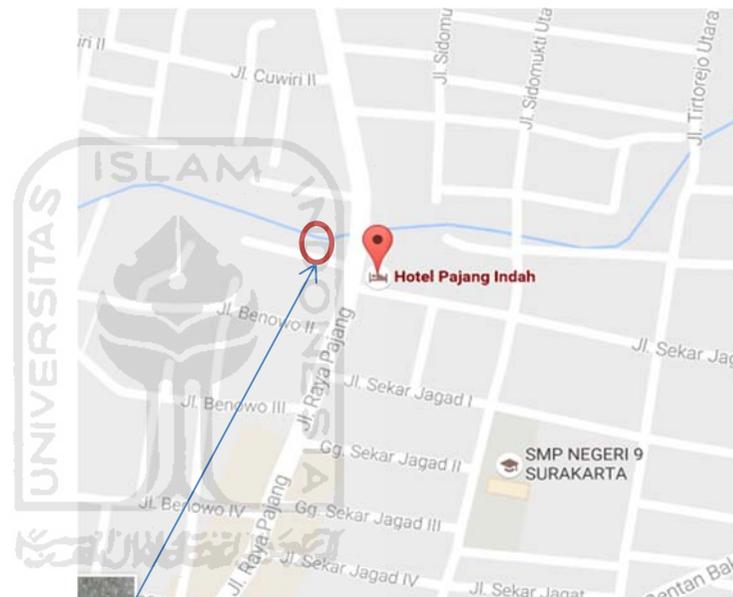
$$= 0,3391 \text{ mg/L}$$

Jadi nilai ketidakpastian kadar TSS Sungai Premulung titik 2 kadar $16 \pm 0,3391$ mg/L

LAMPIRAN 9. Titik sampling Sungai Langsur



LAMPIRAN 10. Titik sampling Sungai Tanggul

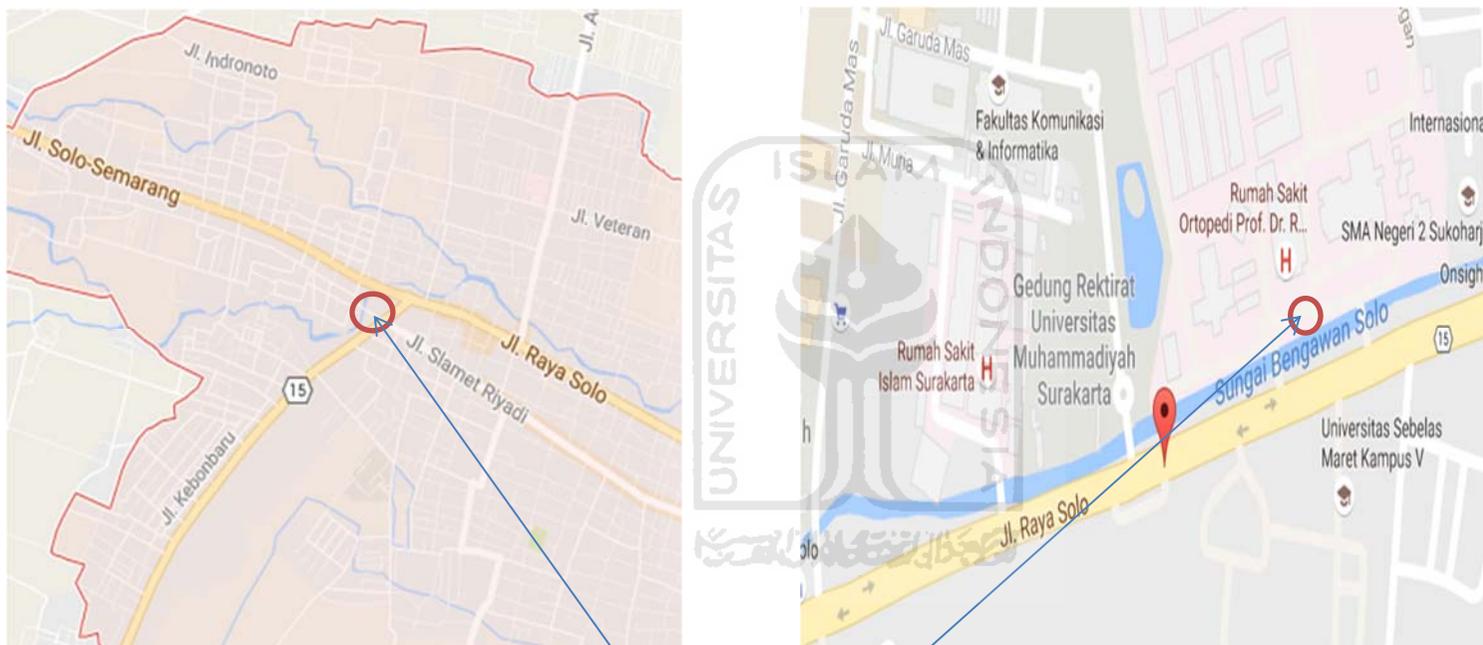


Titik 1

Titik 2

Titik sampling

LAMPIRAN 11. Titik sampling Sungai Premulung



Titik 1

Titik 2

Titik sampling