

Dr. Rudi Kartika, M.Si

VERIFIKASI DAN VALIDASI METODE UJI KUALITAS UDARA



**LABORATORIUM LINGKUNGAN PUSAT PENELITIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN SUMBER DAYA ALAM
UNIVERSITAS MULAWARMAN**

2021

VERIFIKASI DAN VALIDASI METODE UJI KUALITAS UDARA

Dr. Rudi Kartika, M.Si



www.penerbitbukumurah.com



PENERBIT KBM INDONESIA adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku-buku penulis di tanah air Indonesia. Serta menjadi media *sharing* proses penerbitan buku.

VERIFIKASI DAN VALIDASI METODE UJI KUALITAS UDARA

Copyright © 2021 By **Dr. Rudi Kartika, M.Si**
All right reserved

Penulis : **Dr. Rudi Kartika, M.Si**
Desain Sampul : **Danillstr**
Tata Letak : **Ainur Rochmah**
Editor Naskah : **Dr. Muhamad Husein Maruapey, Drs., M.Sc.**
Sumber Gambar : **<https://www.vecteezy.com/>**
<https://www.rawpixel.com/>

Hak cipta dilindungi undang-undang

Cetakan ke-1, Desember 2021

15 x 23 cm, x + 78 halaman

ISBN 978-623-5679-58-7

Penerbit

PENERBIT KBM INDONESIA

Banguntapan, Bantul-Jogjakarta (Kantor I)

Balen, Bojonegoro-Jawa Timur, Indonesia (Kantor II)

081357517526 (Tlpn/WA)

Website: www.penerbitbukumurah.com

Email: karyabaktimakmur@gmail.com

Youtube: Penerbit Sastrabook

Instagram: [@penerbit.sastrabook](https://www.instagram.com/penerbit.sastrabook) | [@penerbitbukujogja](https://www.instagram.com/penerbitbukujogja)

Anggota **IKAPI** (Ikatan Penerbit Indonesia)

www.penerbitbukumurah.com

Isi buku di luar tanggung jawab penerbit

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apa pun, termasuk dengan cara penggunaan mesin fotocopy tanpa izin dari Penerbit.

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Sanksi Pelanggaran Pasal 72

Undang-undang No.19 tahun 2002

Tentang Hak Cipta

- (1) Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000 (satu juta rupiah, atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000 (lima milliar rupiah)
- (2) Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak terkait sebagaimana dimaksud di ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000 (lima ratus juta rupiah)

Kata Pengantar

Buku ini berisi tentang verifikasi dan validasi metode yang membahas tata cara menguji keakuratan data analisis kualitas udara ambien. Bahasan inti pada buku ini memuat uji presisi (ketelitian metode).

- Uji akurasi
- Uji presisi
- Uji linearitas

Kemudian juga, info tentang cara membuat pelayanan serta pengujian dari suatu produk kalibrasi alat yang digunakan.

Akhir kata sebagai manusia biasa yang selalu ada kekurangan dan ketidaksengajaan tulisan ini, diberikan masukan yang berupa kritik dan saran untuk penyempurnaan buku ini.

Wassalammualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Samarinda, 20 Desember 2021

Penulis



KBM
KBM
INDONESIA

www.penerbitbukumurah.com

Daftar Isi

Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix

BAB 1

VERIFIKASI DAN VALIDASI METODE	1
A. Pengertian Validasi/Verifikasi Metode	3
B. Revalidasi/Reverifikasi Metode	4

BAB 2

PARAMETER VERIFIKASI/VALIDASI METODE	7
A. Akurasi (Ketelitian)	8
B. Presisi (Ketepatan)	8
C. Linearitas	9
D. <i>Limit of Detection</i> (LoD) dan <i>Limit of Quantity</i> (LoQ)	10
E. Bahan Acuan (<i>Refrence Material</i>)	11

BAB 3

PRINSIP ANALISIS UDARA	15
A. Amoniak (NH ₃)	16
B. Nitrit (NO ₂ -N)	16
C. O ₃ (Oksidan)	17
D. Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	17
E. Sulfur Dioksida (SO ₂)	17
F. TSP (<i>Total Suspended Particle</i>)	18
G. Kebisingan	18

BAB 4

CONTOH LAPORAN VERIFIKASI/VALIDASI METODE	19
A. Amoniak (NH ₃)	20

B.	H ₂ S (Hidrogen Sulfida)	28
C.	Sulfur Dioksida (SO ₂)	36
D.	Oksidan (O ₃)	44
E.	Nitrit (NO ₂ -N).....	52
F.	Karbon Monoksida (CO)	60
G.	Kebisingan	68
H.	TSP (<i>Total Suspended Particulate</i>).....	70
Daftar Pustaka		75
Profil Penulis		77



BAB 1

VERIFIKASI DAN VALIDASI METODE



BAB 1 VERIFIKASI DAN VALIDASI METODE

Laboratorium kimia khususnya Laboratorium Lingkungan yang melaksanakan fungsi pengujian dengan analisis kimia untuk parameter yang terkait dengan baku mutu lingkungan, identik dengan kegiatan pengendalian mutu. Seperti halnya dalam menilai kesesuaian spesifikasi uji atau objek uji, para analis kimia dituntut untuk mampu menghasilkan data yang objektif dengan nilai akurasi dan presisi yang sesuai dengan persyaratan di metoda uji yang diacu (Hadi, 2021).

Sebagai pengendali mutu pengujian, dimana data hasil analisis atas objek uji dapat menjadi dasar terjadi atau tidaknya penyimpangan atas spesifikasi objek, bukan berarti laboratorium terbebas dari kesalahan pengujian (Hadi, 2021).

Mengingat pentingnya peran laboratorium Lingkungan, khususnya terkait kemampuan laboratorium dalam mempertahankan konsistensi serta mengontrol kinerjanya, tentunya presisi serta akurasi data menjadi pertimbangan utama dalam penentuan kesesuaian spesifikasi terhadap objek yang diuji. Sehingga sudah sepantasnya, laboratorium Lingkungan mampu memberikan jaminan mutu hasil pengujian kepada pelanggannya melalui pemantauan, pemeliharaan, dan

pengendalian kualitas kinerja laboratorium tersebut (Hadi, 2021).

Dalam suatu pengujian laboratorium, penentu kehandalan pengujian laboratorium dipengaruhi oleh:

1. Metode analisa yang memberikan hasil yang valid,
2. Peralatan laboratorium yang terkalibrasi dan
3. Pelaksana atau analis laboratorium yang kompeten di bidang pengujian laboratorium.

Hal pertama yang harus dilakukan laboratorium dalam menentukan kehandalan pengujian adalah memastikan metode pengujian yang digunakan dalam analisa menghasilkan hasil yang valid dengan validasi dan verifikasi metode pengujian (Hadi, 2021).

A. Pengertian Validasi/Verifikasi Metode

Validasi metode merupakan suatu proses (percobaan laboratorium) untuk membuktikan bahwa karakteristik kinerja metode analisis telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya. Sedangkan verifikasi metode adalah suatu proses (percobaan laboratorium) untuk membuktikan bahwa laboratorium mampu menggunakan metode analisis baku/standar pada kondisi nyata di laboratoriumnya (Riyanto, 2014).

Perbedaan dari validasi dan verifikasi metode terletak pada penggunaan metode. Dalam validasi, metode pengujian yang digunakan adalah metode tidak baku seperti jurnal, metode dari manual book alat, dan lainnya. Sedangkan verifikasi metode menggunakan metode

pengujian standar seperti ISO, SNI, AOAC, EURACHEM dan standar lainnya (Riyanto, 2014).

Validasi dan verifikasi metode merupakan langkah pertama yang memastikan bahwa metode pengujian bisa menghasilkan hasil yang valid atau tidak, sehingga jika sudah dilakukan validasi dan verifikasi metode sudah dilakukan dan menghasilkan hasil yang valid maka metode tersebut dapat digunakan untuk pengujian harian di laboratorium. Oleh karena itu, idealnya validasi dan verifikasi metode pengujian hanya dilakukan sekali saja selama metode tersebut tidak mengalami perubahan (Riyanto, 2014).

B. Revalidasi/Reverifikasi Metode

Validasi dan verifikasi metode bisa dilakukan kembali (revalidasi atau reverifikasi) jika terjadi hal berikut:

1. Hasil *quality control* (jaminan mutu) laboratorium berubah. Maksudnya adalah jika suatu hari terdapat beberapa sampel yang dilakukan pengujian kemudian keluar dari batas bagan kendali (control chart) laboratorium, maka salah satu tindakan perbaikannya adalah melakukan revalidasi atau reverifikasi terhadap metode tersebut.
2. Terdapat perubahan metode standar yang digunakan. Misalnya jika kita menggunakan metode SNI dalam pengujian laboratorium dan SNI tersebut mengalami pembaharuan maka perlu dilakukan verifikasi ulang dengan menggunakan metode terbaru.
3. Laboratorium di renovasi dan mengalami perubahan.

4. Penggantian instrumen. Misal, penggunaan metode pengujian awalnya menggunakan metode dari manual book alat dan sudah divalidasi kemudian laboratorium membeli instrument yang baru dengan merk tertentu. Maka metode dari manual book alat sebelumnya harus divalidasi terlebih dahulu karena setiap metode dari alat belum tentu bisa digunakan untuk alat lainnya. Oleh karena itu, validasi dan verifikasi metode pengujian tidak perlu dilakukan selama satu tahun sekali. Tetapi perlu dilakukan saat terjadi suatu perubahan yang terkait dengan metode tersebut (Riyanto, 2014).



www.penerbitbukumurah.com



KBM
KBM
INDONESIA

www.penerbitbukumurah.com

BAB 2

PARAMETER VERIFIKASI/VALIDASI METODE



BAB 2 PARAMETER VERIFIKASI/VALIDASI METODE

A. Akurasi (Ketelitian)

Akurasi atau kecermatan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Terkadang masalah dalam menentukan akurasi adalah ketidaktahuan terhadap nilai yang sebenarnya. Dalam beberapa tipe sampel kita dapat menggunakan sampel yang telah diketahui nilainya dan mengecek metode pengukuran kita gunakan untuk menganalisis sampel itu sehingga kita mengetahui akurasi dari prosedur yang diujikan, metode ini disebut dengan CRM (*Certified Reference Method*). Pendekatan lain adalah dengan membandingkan hasilnya dengan hasil yang dilakukan oleh laboratorium lain atau dengan menggunakan metode referen. Akurasi juga dapat diketahui dengan melakukan uji peolehan kembali (*recovery*). Hasil uji ini akurasi dapat dinyatakan sebagai persen peolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan pada sampel. Rentang nilai penerimaan kecermatan suatu metode akan bervariasi sesuai kebutuhannya (Riyanto, 2014).

B. Presisi (Ketepatan)

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui

penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Presisi dapat dibagi dalam dua kategori yaitu keterulangan atau riptabilitas (*repeatability*) dan ketertiruan (*reproducibility*). Riptabilitas adalah nilai presisi yang diperoleh jika seluruh pengukuran dihasilkan oleh satu orang analis dalam satu periode tertentu, menggunakan pereaksi dan peralatan yang sama dalam laboratorium yang sama. Ketertiruan adalah nilai presisi yang dihasilkan pada kondisi yang berbeda, termasuk analis yang berbeda, atau periode dan laboratorium yang berbeda dengan analis yang sama. Karena ketertiruan dapat memperbanyak sumber variasi, ketertiruan dari analisis tidak akan lebih baik hasilnya dari nilai keterulangan. Presisi dalam hal riptabilitas diukur dengan menghitung *relative standard deviation* atau simpangan baku relatif (RSD) dari beberapa ulangan (Riyanto, 2014).

www.penerbitbukumurah.com

C. Linearitas

Linieritas metode analisis menunjukkan kemampuan suatu metode untuk memperoleh hasil uji, yang baik langsung maupun dengan definisi transformasi matematis yang baik, proporsional dengan konsentrasi analat dalam sampel pada range tertentu. Linieritas dapat diuji secara informal dengan membuat plot residual yang dihasilkan oleh regresi linier pada respon konsentrasi dalam satu seri kalibrasi. Linieritas harus dievaluasi dengan pemeriksaan visual terhadap plot absorbansi

yang merupakan fungsi dari konsentrasi analat. Jika hubungannya linier, hasil uji dievaluasi lebih lanjut secara statistik dengan perhitungan garis regresi. Dalam penentuan linieritas, sebaiknya menggunakan minimum lima konsentrasi. Rentang penerimaan linieritas tergantung dari tujuan pengujian. Pada kondisi yang umum, nilai koefisien regresi (r^2) $\geq 0,99$ (Riyanto, 2014).

Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi r pada analisis regresi linier $Y = aX + b$. Hubungan linier yang ideal dicapai jika nilai $a = 0$ dan $r = +1$ atau -1 bergantung pada arah garis. Sedangkan b menunjukkan kepekaan analisis terutama instrumen yang digunakan. Nilai koefisien korelasi yang memenuhi persyaratan adalah sebesar $\geq 0,99970$ (ICH, 1995), ≥ 97 (SNI) atau $\geq 0,9980$ (AOAC) (Riyanto, 2014).

D. *Limit of Detection (LoD)* dan *Limit of Quantity (LoQ)*

Limit deteksi atau *Limit of Detection* (LOD) suatu metode analisis adalah jumlah terkecil dari analit yang dapat dideteksi namun jumlah ini belum tentu dapat dikuantisasi dengan presisi yang baik oleh metode tersebut. Limit kuantitasi atau *Limit of Quantitation* (LOQ) yang disebut juga limit determinasi adalah konsentrasi terendah dari analat yang dapat ditentukan secara kuantitatif dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima. Giese dengan menentukan kurva kalibrasi menggunakan sepuluh level konsentrasi, atau melakukan analisis blanko berulang. Tetapi ada masalah dalam pendekatan menggunakan blanko karena seringkali sulit

diukur dan variasinya sangat tinggi. Lebih lanjut, nilai yang didapat dengan pendekatan seperti ini tidak bergantung dari analit. Limit deteksi hanya berguna untuk mengontrol ketidakmurnian yang tidak diinginkan yang konsentrasinya harus tidak lebih dari level tertentu dan mengontrol kontaminan dengan konsentrasi rendah, sedangkan materi yang bermanfaat harus ada pada konsentrasi yang cukup tinggi agar dapat menjadi fungsional. Limit deteksi dan kuantitasi seringkali bergantung pada kemampuan instrumen (Riyanto, 2014).

Limit deteksi dan limit kuantitasi, limit deteksi (LOD) adalah konsentrasi terendah yang masih dapat terdeteksi oleh suatu alat. Besar limit deteksi biasanya dinyatakan dengan nilai rata-rata blanko + 3 S, dimana S adalah standar deviasi (simpangan baku) dari blanko. Sedangkan limit kuantitasi adalah konsentrasi terendah yang dapat ditentukan dengan besar presisi dan akurasi yang dapat diterima. Besar limit kuantitasi biasanya dinyatakan dengan nilai rata-rata blanko +10 S (Riyanto, 2014).

Cara lain untuk menentukan batas deteksi dan kuantitasi adalah melalui penentuan rasio S/N (*signal to noise ratio*). Nilai simpangan baku blanko ditentukan dengan cara menghitung tinggi derau pada pengukuran blanko sebanyak 20 kali pada analit yang memberikan respon (Riyanto, 2014).

E. Bahan Acuan (*Refrence Material*)

Bahan acuan memainkan peranan penting untuk mengetahui akurasi dalam melakukan validasi atau

verifikasi. Bahan acuan disini dapat diartikan sebagai bahan atau zat yang memiliki sifat-sifat tertentu yang cukup homogen dan stabil yang telah ditetapkan untuk dapat digunakan dalam pengukuran atau dalam pengujian suatu contoh. Bahan acuan dapat digunakan untuk mengontrol presisi pengukuran walaupun bahan acuan tidak memiliki nilai acuan (*assigned value*), sedangkan untuk kalibrasi atau untuk mengontrol kebenaran pengukuran hanya bahan acuan yang memiliki nilai acuan yang dapat digunakan. Kalibrasi dan pengontrolan analisis sangat penting, karena menyangkut kehandalan hasil pengujian. Untuk pengambilan keputusan yang krusial diperlukan hasil pengujian yang dapat dipercaya (Riyanto, 2014).

Bahan acuan dapat dibagi menjadi dua yaitu *Certified Reference Material* (CRM) dan *Standard Reference Material* (SRM). CRM dapat ditelusur hingga standar internasional dengan ketidakpastian yang telah diketahui dan oleh karena itu dapat digunakan untuk mengukur semua aspek bias secara bersamaan, dengan asumsi bahwa tidak ada ketidaksesuaian matriks. Perlu dipastikan bahwa nilai ketidakpastian yang dimiliki cukup kecil sehingga dapat mendeteksi bias pada kisaran tertentu. Tetapi jika nilainya tidak cukup kecil, penggunaan CRM masih dianjurkan, tetapi dengan disertai dengan pengujian tambahan. Jika diperlukan dan dapat dilakukan, sejumlah CRM yang sesuai dengan matriks dan konsentrasi analit sebaiknya diujikan (Riyanto, 2014).

SRM dapat digunakan jika tidak ada CRM. SRM adalah material yang telah dikarakterisasi dengan baik untuk tujuan validasi. Hal yang perlu diperhatikan adalah jika nilai bias tidak signifikan, hal ini bukan berarti merupakan bukti bahwa tidak adanya bias sama sekali. Akan tetap jika terdapat bias yang signifikan, hal ini menandakan perlunya investigasi lebih lanjut. SRM dapat berupa material yang telah dikarakterisasi oleh produsen CRM tetapi tidak dilengkapi dokumen mengenai nilai ketidakpastiannya atau material yang telah terqualifikasi oleh sebuah manufaktur; materials yang dikarakterisasi dalam laboratorium sebagai *reference material*, dan material yang didistribusikan dalam *proficiency test*. Meskipun ketertelusuran dari material tersebut dipertanyakan, jauh lebih baik untuk menggunakan material tersebut dibandingkan tidak melakukan pengukuran terhadap bias sama sekali. Material dapat digunakan dengan cara yang sama seperti CRM, sekalipun tidak ada nilai ketidakpastian yang tercantum, seluruh pengujian yang signifikan bergantung seluruhnya pada presisi yang dapat diamati dari hasil (Riyanto, 2014).



KBM
KBM
INDONESIA

www.penerbitbukumurah.com

BAB 3

PRINSIP

ANALISIS UDARA



BAB 3 PRINSIP ANALISIS UDARA

A. Amoniak (NH_3)

Berdasarkan SNI 19-7119.1-2005, standar ini digunakan untuk penentuan amoniak di udara ambien menggunakan spektrofotometer dengan metoda indofenol. Amoniak dari udara ambien yang telah dijerap oleh larutan penjerap asam sulfat, akan membentuk amonium sulfat. Kemudian direaksikan dengan fenol dan natrium hipoklorit dalam suasana basa, akan membentuk senyawa kompleks indofenol yang berwarna biru. Intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm.

B. Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$)

Berdasarkan SNI 7119-2:2017, standar ini digunakan untuk penentuan nitrogen dioksida di udara ambien dengan metode Griess-Saltzman menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm dengan kisaran konsentrasi $4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sampai dengan $500 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau 0,002 ppm sampai dengan 5 ppm udara. Gas nitrogen dioksida dijerap dalam larutan Griess-Saltzman sehingga membentuk suatu senyawa azo dye berwarna merah muda. Konsentrasi larutan ditentukan segera (kurang dari 1 jam) secara spektrofotometri pada panjang gelombang 550 nm.

C. O₃ (Oksidan)

Berdasarkan SNI 7119-8:2017, standar ini digunakan untuk penentuan oksidan di udara ambien dengan metode neutral buffer kalium iodida (NBKI) menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 352 nm, dengan kisaran konsentrasi 19,6 µg/Nm³ sampai 500 µg/Nm³ atau 0,01 ppm sampai dengan 10 ppm (sebagai ozon). Oksidan dari udara ambien akan bereaksi dengan ion iodida yang ada di dalam larutan penjerap NBKI dan membebaskan iod (I₂) yang berwarna kuning muda. Konsentrasi larutan ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 352 nm.

D. Hidrogen Sulfida (H₂S)

Berdasarkan SNI 19-4844-1998, hidrogen sulfida adalah suatu senyawa kimia yang terdapat di alam dan merupakan perpaduan unsur hidrogen dengan sulfur. Adanya H₂S dalam jumlah dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup.

E. Sulfur Dioksida (SO₂)

Berdasarkan SNI 7119-7:2017, standar ini digunakan untuk penentuan sulfur dioksida (SO₂) di udara ambien dengan metode pararosanilin menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 550 nm dengan kisaran konsentrasi 25 µg/Nm³ sampai dengan 1.000 µg/Nm³ atau 0,01 ppm sampai 0,4 ppm. Gas sulfur dioksida (SO₂) diserap dalam larutan penjerap tetrakloromercurat membentuk senyawa kompleks

diklorosulfonatomercurat. Dengan menambahkan larutan pararosanilin dan formaldehida ke dalam senyawa diklorosulfonatomercurat maka terbentuk senyawa pararosanilin metil sulfonat yang berwarna ungu. Konsentrasi larutan di ukur pada panjang gelombang 550 nm.

F. TSP (*Total Suspended Particle*)

Berdasarkan SNI 7119-3:2017, standar ini digunakan untuk penentuan partikel tersuspensi total dalam udara ambien menggunakan alat High Volume Air Sampler, dengan nilai rata-rata laju alir 1,1 m³/menit sampai dengan 1,7 m³/menit selama 24 jam. Jumlah minimum partikel yang dapat ditentukan dengan metode ini sebesar 3 mg (pada tingkat kepercayaan 95 %).

G. Kebisingan

Lingkup standar ini meliputi cara pengukuran, perhitungan tingkat kebisingan lingkungan Level siang malam (Lsm). Hasil pengukuran yang dilakukan dapat digunakan sebagai data pemantauan lingkungan.

BAB 4

CONTOH LAPORAN VERIFIKASI/VALIDASI METODE



BAB 4 CONTOH LAPORAN VERIFIKASI/VALIDASI METODE

A. Amoniak (NH₃)

I. Penentuan Kurva Kalibrasi NH₃

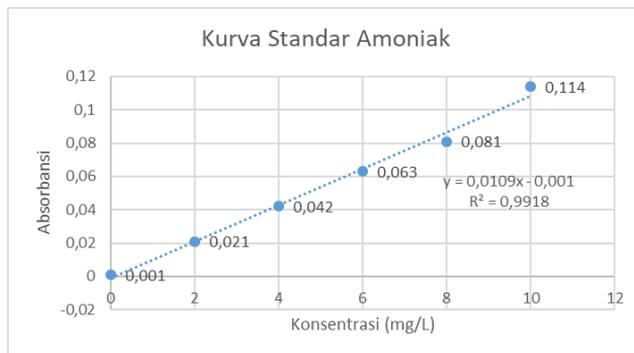
1.1 Prosedur

1.2 Data Penentuan

1.2.1 Larutan Standar NH₃

No.	Konsentrasi (µg)	Absorbansi
1.	0	0,001
2.	2	0,021
3.	4	0,042
4.	6	0,063
5.	8	0,081
6.	10	0,114

1.2.2 Kurva Kalibrasi NH₃



II. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

2.1 Uji Repitabilitas

2.1.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar NH_3 (misalnya 6 μg), sebagaimana IKM penentuan NH_3 ;
2. Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

2.1.2 Data Penentuan

No.	Contoh	Hasil Penentuan	
		Abs	Konsentrasi (μg)
1	Ke-1	0,065	6,055
2	Ke-2	0,064	5,963
3	Ke-3	0,063	5,872
4	Ke-4	0,065	6,055
5	Ke-5	0,062	5,780
6	Ke-6	0,066	6,147
7	Ke-7	0,061	5,688

2.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 5,937

SD = 0,153

RSD = $[0,153/5,937] 100\% = 2,574\%$

Acceptance Criteria (Kriteria keberterimaan): $< 5\%$ (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

2.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance*

Criteria, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **NH₃**.

2.2 Uji Reprodusibilitas

2.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar **NH₃** sebagaimana IKM penentuan **NH₃** sebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

2.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis			
	Analis A		Analis B	
	Abs	Konsentrasi (µg)	Abs	Konsentrasi (µg)
1	0,065	6,055	0,068	6,330
2	0,064	5,963	0,062	5,780
3	0,063	5,872	0,066	6,147
4	0,065	6,055	0,065	6,055
5	0,062	5,780	0,067	6,239

6	0,066	6,147	0,062	5,780
7	0,061	5,688	0,061	5,688
Rata-rata		5.937		6,003

2.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\text{Bias} = \{[5.937 - 6.003] / 2.574\} \times 100\%$$

$$= 2.546\%$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10\%$$

2.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **NH₃**.

III. Penentuan Akurasi (Ketepatan)

3.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan larutan standar **NH₃**, sebagaimana IKM penentuan **NH₃**;
2. Lakukan Penentuan sebanyak 7 [tujuh] kali
3. Hitung % Recovery dengan rumus berikut

$$\% Recovery = \frac{X'}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X' = Konsentrasi pengukuran (μg)

X = Konsentrasi acuan (μg)

3.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	% Recovery
1	6,055	100,917
2	5,963	99,388
3	5,872	97,859
4	6,055	100,917
5	5,780	96,330
6	6,147	102,446
7	5,688	94,801
Rata-rata		98,952

www.penerbitbukumurah.com

3.3 Evaluasi

Acceptance Criteria

% Recovery = $100 \pm 15\%$

3.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil tersebut di atas, maka metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter NH_3 .

IV. Penentuan Batas Deteksi Metode (MDL)

4.1 Prosedur

1. Penentuan standar NH_3 sebanyak 7 (tujuh) kali;
2. Hitung rata-rata penentuan dan standar deviasi;
3. Hitung batas deteksi metode (sebagai MDL) dengan persamaan:

$$\text{MDL} = \text{SD} \times 3,14 \text{ mg/L}$$

4.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (μg)
1	0,065	6,055
2	0,064	5,963
3	0,063	5,872
4	0,065	6,055
5	0,062	5,780
6	0,066	6,147
7	0,061	5,688

4.3 Evaluasi

$$\text{MDL} = 0,153 \times 3,14 = 0,480$$

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi di atas, disimpulkan bahwa batas deteksi metode (sebagai Methods Detection Limit, MDL) adalah 0,480 μg

V. Penentuan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantity*)

5.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar pada 7 buah larutan standar 0 μg
2. Hitung rata-rata hasil penentuan dan standar deviasi
3. Hitung *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantity* (LoQ) dengan persamaan:

$$LoD = A + 3 . SD$$

$$LoQ = A + 10 . SD$$

5.2 Data Penentuan

Larutan Uji (0 μg)	Hasil Penentuan	
	Abs	
Ke-1	0,001	Ke-1
Ke-2	0,002	Ke-2
Ke-3	0	Ke-3
Ke-4	0,001	Ke-4
Ke-5	0,002	Ke-5
Ke-6	0,001	Ke-6
Ke-7	0,002	Ke-7

5.3 Evaluasi

$$SD = 0.153$$

$$\text{Rata-rata} = 0.210$$

$$\begin{aligned} LoD &= A + 3SD = 0.210 + (3 \times 0,153) \\ &= 0,668 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LoQ &= A + 10SD = 0.210 + (10 \times 0,153) \\ &= 1,738 \end{aligned}$$

5.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi diatas, dapat disimpulkan bahwa Limit of Detection dan Limit of Quantity untuk parameter **NH₃** yaitu 0,668 µg dan 1,738µg. Hasil pengukuran dikatakan valid apabila konsentrasi sampel > LoD (*Limit of Detection*).

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	
Tanggal Pengesahan	
Parameter	Amoniak
Metode	Spektrofotometri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
www.perbitbukumurah.com		
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

B. H₂S (Hidrogen Sulfida)

I. Penentuan Kurva Kalibrasi H₂S

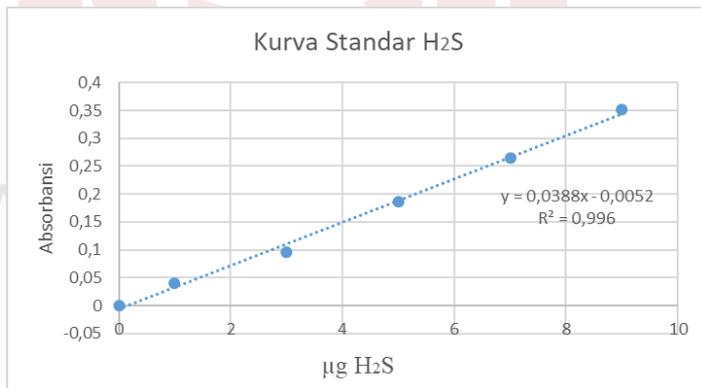
1.1 Prosedur

1.2 Data Penentuan

1.2.1 Larutan Standar H₂S

No.	Konsentrasi (µg)	Absorbansi
1.	0	0,001
2.	1	0.041
3.	3	0.096
4.	5	0.186
5.	7	0.265
6.	9	0.351

1.2.2 Kurva Kalibrasi H₂S



II. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

2.1 Uji Repitabilitas

2.1.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar **H₂S** (misalnya 5 µg), sebagaimana IKM penentuan **H₂S**;
2. Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

2.1.2 Data Penentuan

No.	Contoh	Hasil Penentuan	
		Abs	Konsentrasi (µg)
1	Ke-1	0,195	5,160
2	Ke-2	0,194	5,134
3	Ke-3	0,19	5,031
4	Ke-4	0,199	5,263
5	Ke-5	0,201	5,314
6	Ke-6	0,196	5,186
7	Ke-7	0,191	5,057

2.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 5.063

SD = 0.095

RSD = $[0,095/5,063] 100\% = 1,837 \%$

Acceptance Criteria(Kriteria keberterimaan):

< 5% (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

2.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter H_2S .

2.2 Uji Reprodusibilitas

2.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar H_2S sebagaimana IKM penentuan H_2S sebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

2.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis			
	Analis A		Analis B	
	Abs	Konsentrasi (μg)	Abs	Konsentrasi (μg)
1	0,195	5,160	0,203	5,366
2	0,194	5,134	0,196	5,186
3	0,19	5,031	0,194	5,134

4	0,199	5,263	0,196	5,186
5	0,201	5,314	0,199	5,263
6	0,196	5,186	0,2	5,289
7	0,191	5,057	0,201	5,314
Rata-rata		5,163		5,248

2.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\text{Bias} = \{[5,163 - 5,248] / 1,837\} \times 100\%$$

$$= 4,609\%$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10\%$$

2.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **H₂S**.

III. Penentuan Akurasi (Ketepatan)

3.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan larutan standar **H₂S**, sebagaimana IKM penentuan **H₂S**;
2. Lakukan Penentuan sebanyak 7 [tujuh] kali

3. Hitung % Recovery dengan rumus berikut

$$\% Recovery = \frac{X'}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X' = Konsentrasi pengukuran (μg)

X = Konsentrasi acuan (μg)

3.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	% Recovery
1	5,160	103,196
2	5,134	102,680
3	5,031	100,619
4	5,263	105,258
5	5,314	106,289
6	5,186	103,711
7	5,057	101,134
Rata-rata		103,270

3.3 Evaluasi

Acceptance Criteria:

$$\% Recovery = 100 \pm 15 \%$$

3.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil tersebut di atas, maka metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter H_2S .

IV. Penentuan Batas Deteksi Metode (MDL)

4.1 Prosedur

1. Penentuan standar **H₂S** sebanyak 7 (tujuh) kali;
2. Hitung rata-rata penentuan dan standar deviasi;
3. Hitung batas deteksi metode (sebagai MDL) dengan persamaan:

$$MDL = SD \times 3,14 \text{ mg/L}$$

4.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (µg)
1	0,195	5,160
2	0,194	5,134
3	0,19	5,031
4	0,199	5,263
5	0,201	5,314
6	0,196	5,186
7	0,191	5,057

4.3 Evaluasi

$$MDL = 0,095 \times 3,14 = 0,298$$

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi di atas, disimpulkan bahwa batas deteksi metode (sebagai

Methods Detection Limit, MDL) adalah 0,298 μg

V. Penentuan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantity*)

5.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar pada 7 buah larutan standar 0 μg
2. Hitung rata-rata hasil penentuan dan standar deviasi
3. Hitung *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantity* (LoQ) dengan persamaan:

$$LoD = A + 3 \cdot SD$$

$$LoQ = A + 10 \cdot SD$$

5.2 Data Penentuan

Larutan Uji (0 μg)	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (μg)
Ke-1	0,000	0,134
Ke-2	0,002	0,186
Ke-3	0,001	0,160
Ke-4	0,001	0,160
Ke-5	0,002	0,186
Ke-6	0,001	0,160
Ke-7	0,000	0,134

5.3 Evaluasi

$$SD = 0.095$$

$$\text{Rata-rata} = 0.160$$

$$\begin{aligned} \text{LoD} &= A + 3SD = 0.160 + (3 \times 0.095) \\ &= 0.444 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LoQ} &= A + 10SD = 0.160 + (10 \times 0.095) \\ &= 1.109 \end{aligned}$$

5.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi diatas, dapat disimpulkan bahwa Limit of Detection dan Limit of Quantity untuk parameter CO yaitu 0.444 μg dan 1.109 μg . Hasil pengukuran dikatakan valid apabila konsentrasi sampel > LoD (*Limit of Detection*).

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	
Tanggal Pengesahan	
Parameter	Hidrogen Sulfida
Metode	Spektrofotometri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

C. Sulfur Dioksida (SO₂)

I. Penentuan Kurva Kalibrasi SO₂

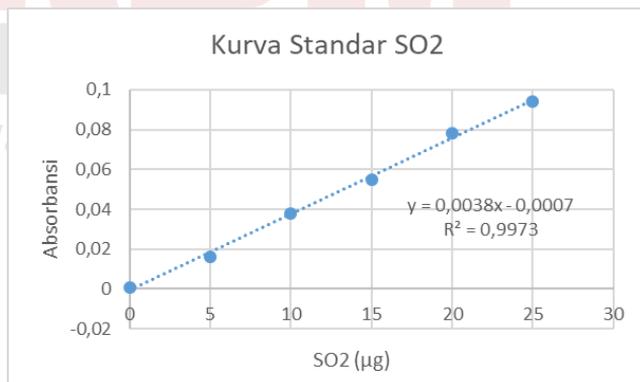
1.1 Prosedur

1.2 Data Penentuan

1.2.1 Larutan Standar SO₂

No.	Konsentrasi (µg)	Absorbansi
1.	0	0,001
2.	5	0,016
3.	10	0,038
4.	15	0,055
5.	20	0,078
6.	25	0,094

1.2.2 Kurva Kalibrasi SO₂



II. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

2.1 Uji Repitabilitas

2.1.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar **SO₂** (misalnya 2.4 µg), sebagaimana IKM penentuan **SO₂**;
2. Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

2.1.2 Data Penentuan

No.	Contoh	Hasil Penentuan	
		Abs	Konsentrasi (µg)
1	Ke-1	0,057	15,184
2	Ke-2	0,058	15,447
3	Ke-3	0,059	15,711
4	Ke-4	0,064	17,026
5	Ke-5	0,056	14,921
6	Ke-6	0,057	15,184
7	Ke-7	0,059	15,711

2.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 15.184

SD = 0.642

RSD = $[0,642/15.184] 100\% = 4.119 \%$

Acceptance Criteria(Kriteria keberterimaan):

< 5% (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

2.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **SO₂**.

2.2 Uji Reprodusibilitas

2.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar **SO₂** sebagaimana IKM penentuan **SO₂** sebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

2.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis			
	Analis A		Analis B	
	Abs	Konsentrasi (µg)	Abs	Konsentrasi (µg)
1	0,057	15,184	0,059	15,711
2	0,058	15,447	0,056	14,921
3	0,059	15,711	0,055	14,658

4	0,064	17,026	0,058	15,447
5	0,056	14,921	0,06	15,974
6	0,057	15,184	0,057	15,184
7	0,059	15,711	0,062	16,500
Rata-rata		15.598		15.485

2.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\text{Bias} = \{[15.598 - 15.485] / 4.119\} \times 100\%$$

$$= 2.738\%$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10\%$$

2.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **SO₂**.

III. Penentuan Akurasi (Ketepatan)

3.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan larutan standar **SO₂**, sebagaimana IKM penentuan **SO₂**;
2. Lakukan Penentuan sebanyak 7 [tujuh] kali

3. Hitung % Recovery dengan rumus berikut

$$\% Recovery = \frac{X'}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X' = Konsentrasi pengukuran (μg)

X = Konsentrasi acuan (μg)

3.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	% Recovery
1	15,184	101,228
2	15,447	102,982
3	15,711	104,737
4	17,026	113,509
5	14,921	99,474
6	15,184	101,228
7	15,711	104,737
Rata-rata		103.985

3.3 Evaluasi

Acceptance Criteria :

% Recovery = $100 \pm 15\%$

3.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil tersebut di atas, maka metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **SO₂**.

IV. Penentuan Batas Deteksi Metode (MDL)

4.1 Prosedur

1. Penentuan standar **SO₂** sebanyak 7 (tujuh) kali;
2. Hitung rata-rata penentuan dan standar deviasi;
3. Hitung batas deteksi metode (sebagai MDL) dengan persamaan:

$$MDL = SD \times 3,14 \text{ mg/L}$$

4.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (µg)
1	0,057	15,184
2	0,058	15,447
3	0,059	15,711
4	0,064	17,026
5	0,056	14,921
6	0,057	15,184
7	0,059	15,711

4.3 Evaluasi

$$MDL = 0.642 \times 3.14 = 2.017$$

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi di atas, disimpulkan bahwa batas deteksi metode (sebagai Methods Detection Limit, MDL) adalah 2.017 µg

V. Penentuan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantity*)

5.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar pada 7 buah larutan standar 0 µg
2. Hitung rata-rata hasil penentuan dan standar deviasi
3. Hitung *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantity* (LoQ) dengan persamaan:

$$LoD = A + 3 .SD$$

$$LoQ = A + 10 .SD$$

5.2 Data Penentuan

Larutan Uji (0 µg)	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (µg)
Ke-1	0,001	0,447
Ke-2	0,003	0,974
Ke-3	0,002	0,711
Ke-4	0,001	0,447
Ke-5	0,001	0,447
Ke-6	0,002	0,711
Ke-7	0,002	0,711

5.3 Evaluasi

$$SD = 0.104$$

$$\text{Rata-rata} = 0.101$$

$$\begin{aligned} LoD &= A + 3SD = 0.101 + (3 \times 0.642) \\ &= 2.563 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LoQ} &= A + 10SD = 0.101 + (10 \times 0.642) \\ &= 7.059 \end{aligned}$$

5.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi diatas, dapat disimpulkan bahwa Limit of Detection dan Limit of Quantity untuk parameter **SO₂** yaitu 2.563 µg dan 7.059µg. Hasil pengukuran dikatakan valid apabila konsentrasi sampel > LoD (*Limit of Detection*).

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	
Tanggal Pengesahan	
Parameter	Sulfur Dioksida
Metode	Spektrofotometri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

D. Oksidan (O₃)

I. Penentuan Kurva Kalibrasi Ox

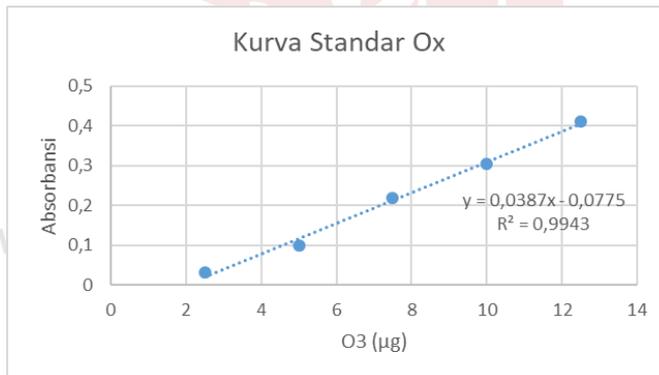
1.1 Prosedur

1.2 Data Penentuan

1.2.1 Larutan Standar Ox

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1.	2,5	0,031
2.	5	0,098
3.	7,5	0,218
4.	10	0,305
5.	12,5	0,411

1.2.2 Kurva Kalibrasi Ox



II. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

2.1 Uji Repeabilitas

2.1.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar **Ox** (misalnya 7.5 µg), sebagaimana IKM penentuan **Ox**;
2. Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

2.1.2 Data Penentuan

No.	Contoh	Hasil Penentuan	
		Abs	Konsentrasi (μg)
1	Ke-1	0,365	7,429
2	Ke-2	0,368	7,506
3	Ke-3	0,371	7,584
4	Ke-4	0,374	7,661
5	Ke-5	0,36	7,300
6	Ke-6	0,362	7,351
7	Ke-7	0,357	7,222

2.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 7.436

SD = 0.146

RSD = $[0,146/7.436] 100\% = 1.963 \%$

Acceptance Criteria(Kriteria keberterimaan):

< 5% (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

2.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **Ox**.

2.2 Uji Reprodusibilitas

2.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar **Ox**sebagaimana IKM penentuan **Ox**sebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

2.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis			
	Analis A		Analis B	
	Abs	Konsentrasi (μg)	Abs	Konsentrasi (μg)
1	0,365	7,429	0,368	7,506
2	0,368	7,506	0,357	7,222
3	0,371	7,584	0,359	7,274
4	0,374	7,661	0,372	7,610
5	0,36	7,300	0,364	7,403
6	0,362	7,351	0,366	7,455
7	0,357	7,222	0,356	7,196
Rata-rata		7,436		7,381

2.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Bias} &= \{[7.436 - 7.381] / 1.963\} \times 100\% \\ &= 2.821\% \end{aligned}$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10\%$$

2.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **Ox**.

III. Penentuan Akurasi (Ketepatan)

3.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan larutan standar **Ox**, sebagaimana IKM penentuan **Ox**;
2. Lakukan Penentuan sebanyak 7 [tujuh] kali
3. Hitung % Recovery dengan rumus berikut

$$\% \text{ Recovery} = \frac{X'}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X' = Konsentrasi pengukuran (μg)

X = Konsentrasi acuan (μg)

3.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	% Recovery
1	7,429	103,180
2	7,506	104,256
3	7,584	105,333
4	7,661	106,410
5	7,300	101,385
6	7,351	102,103
7	7,222	100,309
Rata-rata		103.282

3.3 Evaluasi

Acceptance Criteria :

% Recovery = $100 \pm 15 \%$

3.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil tersebut di atas, maka metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **Ox**.

IV. Penentuan Batas Deteksi Metode (MDL)

4.1 Prosedur

1. Penentuan standar **Ox** sebanyak 7 (tujuh) kali;
2. Hitung rata-rata penentuan dan standar deviasi;

3. Hitung batas deteksi metode (sebagai MDL) dengan persamaan:

$$MDL = SD \times 3,14 \text{ mg/L}$$

4.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (μg)
1	0,365	7,429
2	0,368	7,506
3	0,371	7,584
4	0,374	7,661
5	0,36	7,300
6	0,362	7,351
7	0,357	7,222

4.3 Evaluasi

$$MDL = 0,146 \times 3,14 = 0,458$$

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi di atas, disimpulkan bahwa batas deteksi metode (sebagai Methods Detection Limit, MDL) adalah 0,458 μg

V. Penentuan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantity*)

5.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar pada 7 buah larutan standar 0 ppm
2. Hitung rata-rata hasil penentuan dan standar deviasi
3. Hitung *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantity* (LoQ) dengan persamaan:

$$LoD = \frac{3 \times SD}{b}$$

$$LoQ = \frac{10 \times SD}{b}$$

5.2 Data Penentuan

No.	Konsentrasi	yi	b	a	y	(y-yi)	(y-yi) ²
1	2,5	0,031	0,0775	0,0387	0,1743	0,1433	0,020520563
2	5	0,098	0,0775	0,0387	0,2710	0,1730	0,029929
3	7,5	0,218	0,0775	0,0387	0,3678	0,1498	0,022425063
4	10	0,305	0,0775	0,0387	0,4645	0,1595	0,02544025
5	12,5	0,411	0,0775	0,0387	0,5613	0,1503	0,022575063
Jumlah							0,120889938
Standar Deviasi							0,200740245

5.3 Evaluasi

$$SD = 0.201$$

$$LoD = [3 \times 0.201]/0.0604 = 7.771$$

$$LoQ = [10 \times 0.201]/0.0604 = 25.902$$

5.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi diatas, dapat disimpulkan bahwa Limit of Detection dan

Limit of Quantity untuk parameter CO yaitu 7.771 μg dan 25.902 μg . Hasil pengukuran dikatakan valid apabila konsentrasi sampel > LoD (*Limit of Detection*).

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	
Tanggal Pengesahan	
Parameter	Oksidan
Metode	Spektrofotometri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

E. Nitrit (NO₂-N)

I. Penentuan Kurva Kalibrasi NOx

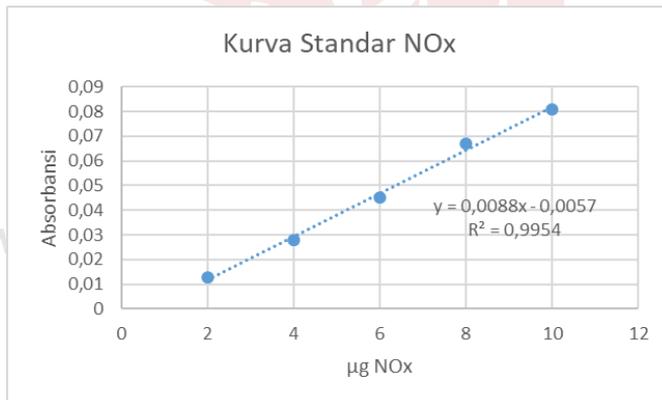
1.1 Prosedur

1.2 Data Penentuan

1.2.1 Larutan Standar NOx

No.	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1.	2	0,013
2.	4	0,028
3.	6	0,045
4.	8	0,067
5.	10	0,081

1.2.2 Kurva Kalibrasi NOx



II. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

2.1 Uji Repeabilitas

2.1.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar **NOx** (misalnya 6 µg), sebagaimana IKM penentuan **NOx**;

2. Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

2.1.2 Data Penentuan

No.	Contoh	Hasil Penentuan	
		Abs	Konsentrasi (μg)
1	Ke-1	0,046	5,875
2	Ke-2	0,05	6,330
3	Ke-3	0,049	6,216
4	Ke-4	0,051	6,443
5	Ke-5	0,048	6,102
6	Ke-6	0,046	5,875
7	Ke-7	0,047	5,989

2.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 6,119

SD = 0.205

RSD = $[0,205/6.119] 100\% = 3.356 \%$

Acceptance Criteria(Kriteria keberterimaan):

< 5% (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

2.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **NO_x**.

2.2 Uji Reprodusibilitas

2.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar **NOx** sebagaimana IKM penentuan **NOx** sebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

2.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis			
	Daffa		Achmad	
	Abs	Konsentrasi (μg)	Abs	Konsentrasi (μg)
1	0,046	5,875	0,049	6,216
2	0,05	6,330	0,051	6,443
3	0,049	6,216	0,046	5,875
4	0,051	6,443	0,045	5,761
5	0,048	6,102	0,047	5,989
6	0,046	5,875	0,048	6,102
7	0,047	5,989	0,046	5,875
Rata-rata		6,119		6,037

2.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\text{Bias} = \{[6.119 - 6.037] / 3.356\} \times 100\%$$

$$= 2.419\%$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10\%$$

2.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **NOx**

III. Penentuan Akurasi (Ketepatan)

3.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan larutan standar **NOx**, sebagaimana IKM penentuan **NOx**;
2. Lakukan Penentuan sebanyak 7 [tujuh] kali
3. Hitung % Recovery dengan rumus berikut

$$\% \text{ Recovery} = \frac{X'}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X' = Konsentrasi pengukuran (μg)

X = Konsentrasi acuan (μg)

3.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	% Recovery
1	5,875	97,917
2	6,330	105,492
3	6,216	103,598
4	6,443	107,386
5	6,102	101,705
6	5,875	97,917
7	5,989	99,811
Rata-rata		101,975

3.3 Evaluasi

Acceptance Criteria:

% Recovery = 100 ± 15 %

3.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil tersebut di atas, maka metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter **NO_x**.

IV. Penentuan Batas Deteksi Metode (MDL)

4.1 Prosedur

1. Penentuan standar **NO_x** sebanyak 7 (tujuh) kali;
2. Hitung rata-rata penentuan dan standar deviasi;

3. Hitung batas deteksi metode (sebagai MDL) dengan persamaan:

$$MDL = SD \times 3,14 \text{ mg/L}$$

4.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (μg)
1	0,046	5,875
2	0,05	6,330
3	0,049	6,216
4	0,051	6,443
5	0,048	6,102
6	0,046	5,875
7	0,047	5,989

4.3 Evaluasi

$$MDL = 0.205 \times 3.14 = 0,645$$

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi di atas, disimpulkan bahwa batas deteksi metode (sebagai Methods Detection Limit, MDL) adalah $0,645\mu\text{g}$

V. Penentuan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantity*)

5.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar pada 7 buah larutan standar 0 ppm
2. Hitung rata-rata hasil penentuan dan standar deviasi
3. Hitung *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantity* (LoQ) dengan persamaan:

$$LoD = \frac{3 \times SD}{b}$$

$$LoQ = \frac{10 \times SD}{b}$$

5.2 Data Penentuan

No.	Konsentrasi	yi	b	a	y	(y-yi)	(y-yi)^2
1	2	0,013	0,0057	0,0088	0,0119	-0,0011	0,00000121
2	4	0,028	0,0057	0,0088	0,0295	0,0015	0,00000225
3	6	0,045	0,0057	0,0088	0,0471	0,0021	4,41E-06
4	8	0,067	0,0057	0,0088	0,0647	-0,0023	5,29E-06
5	10	0,081	0,0057	0,0088	0,0823	0,0013	1,69E-06
Jumlah							0,00001485
Standar Deviasi							0,00222486

5.3 Evaluasi

$$SD = 0.0022$$

$$LoD = [3 \times 0.0022]/0.0057 = 1.171$$

$$LoQ = [10 \times 0.0022]/0.0057 = 3.903$$

5.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi diatas, dapat disimpulkan bahwa Limit of Detection dan Limit of Quantity untuk parameter CO yaitu $1.171\mu\text{g}$ dan $3.903\mu\text{g}$. Hasil pengukuran dikatakan valid apabila konsentrasi sampel $>$ LoD (*Limit of Detection*).

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	8 April 2021
Tanggal Pengesahan	11 April 2021
Parameter	Nitrogen Oksida
Metode	Spektrofotometri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
www.perbitbukumurah.com		
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

F. Karbon Monoksida (CO)

I. Penentuan Kurva Kalibrasi CO

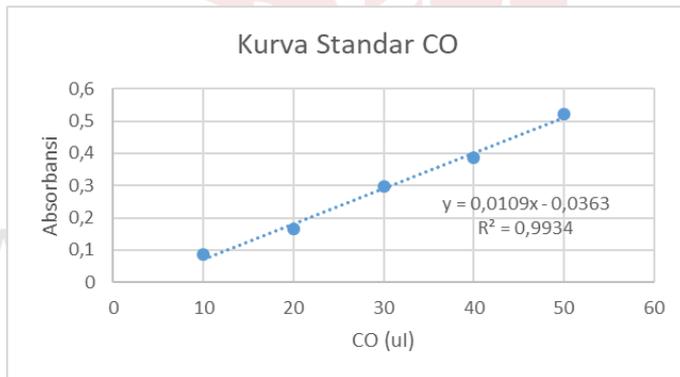
1.1 Prosedur

1.2 Data Penentuan

1.2.1 Larutan Standar CO

No.	Konsentrasi (ul)	Absorbansi
1.	10	0.086
2.	20	0.165
3.	30	0.298
4.	40	0.388
5.	50	0.521

1.2.2 Kurva Kalibrasi CO



II. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

2.1 Uji Repeabilitas

2.1.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar CO (misalnya 30 ul), sebagaimana IKM penentuan CO;
2. Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

2.1.2 Data Penentuan

No.	Contoh	Hasil Penentuan	
		Abs	Konsentrasi (ul)
1	Ke-1	0,312	31,954
2	Ke-2	0,308	31,587
3	Ke-3	0,301	30,945
4	Ke-4	0,299	30,761
5	Ke-5	0,296	30,486
6	Ke-6	0,300	30,853
7	Ke-7	0,305	31,312

2.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 31,312

SD = 0,475

RSD = $[0,475/31,128] 100\% = 1,527\%$

Acceptance Criteria(Kriteria keberterimaan):

< 5% (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

2.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter CO.

2.2 Uji Reprodusibilitas

2.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar COsebagaimana IKM penentuan COsebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

2.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis			
	Analis A		Analis B	
	Abs	Konsentrasi (ul)	Abs	Konsentrasi (ul)
1	0,312	31,954	0,308	31,587
2	0,308	31,587	0,300	30,853
3	0,301	30,945	0,301	30,945
4	0,299	30,761	0,297	30,578
5	0,296	30,486	0,306	31,404
6	0,300	30,853	0,304	31,220
7	0,305	31,312	0,303	31,128
Rata-rata		31,128		31,102

2.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\text{Bias} = \{[31,128 - 31,108] / 1,527\} \times 100\%$$

$$= 1,716\%$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10\%$$

2.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter CO.

III. Penentuan Akurasi (Ketepatan)

3.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan larutan standar CO, sebagaimana IKM penentuan CO;
2. Lakukan Penentuan sebanyak 7 [tujuh] kali
3. Hitung % Recovery dengan rumus berikut

$$\% \text{ Recovery} = \frac{X'}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

X' = Konsentrasi pengukuran (ul)

X = Konsentrasi acuan (ul)

3.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	% Recovery
1	31,954	106,514
2	31,587	105,291
3	30,945	103,150
4	30,761	102,538
5	30,486	101,621
6	30,853	102,844
7	31,312	104,373
Rata-rata		103,761

3.3 Evaluasi

Acceptance Criteria :

% Recovery = 100 ± 15 %

3.4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil tersebut di atas, maka metode tersebut mempunyai tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter CO.

IV. Penentuan Batas Deteksi Metode (MDL)

4.1 Prosedur

1. Penentuan standar CO sebanyak 7 (tujuh) kali;
2. Hitung rata-rata penentuan dan standar deviasi;

3. Hitung batas deteksi metode (sebagai MDL) dengan persamaan:

$$MDL = SD \times 3,14 \text{ mg/L}$$

4.2 Data Penentuan

No.	Hasil Penentuan	
	Abs	Konsentrasi (ul)
1	0,312	31,954
2	0,308	31,587
3	0,301	30,945
4	0,299	30,761
5	0,296	30,486
6	0,300	30,853
7	0,305	31,312

4.3 Evaluasi

$$MDL = 0,475 \times 3,14 = 1,493$$

4.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi di atas, disimpulkan bahwa batas deteksi metode (sebagai Methods Detection Limit, MDL) adalah 1,493 ul

V. Penentuan LoD (*Limit of Detection*) dan LoQ (*Limit of Quantity*)

5.1 Prosedur

1. Lakukan penentuan standar pada 7 buah larutan standar 0 ul
2. Hitung rata-rata hasil penentuan dan standar deviasi
3. Hitung *Limit of Detection* (LoD) dan *Limit of Quantity* (LoQ) dengan persamaan:

$$LoD = \frac{3 \times SD}{b}$$

$$LoQ = \frac{10 \times SD}{b}$$

5.2 Data Penentuan

No.	Konsentrasi	yi	b	a	y	(y-yi)	(y-yi) ²
1	10	0,086	0,0363	0,0109	0,1453	0,0593	0,00351649
2	20	0,165	0,0363	0,0109	0,2543	0,0893	0,00797449
3	30	0,298	0,0363	0,0109	0,3633	0,0653	0,00426409
4	40	0,388	0,0363	0,0109	0,4723	0,0843	0,00710649
5	50	0,521	0,0363	0,0109	0,5813	0,0603	0,00363609
Jumlah							0,02649765
Standar Deviasi							0,093981647

5.3 Evaluasi

$$SD = 0.0265$$

$$LoD = [3 \times 0.0265]/0.0363 = 7,767$$

$$LoQ = [10 \times 0.0265]/0.0363 = 25,890$$

5.4 Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi diatas, dapat disimpulkan bahwa Limit of Detection dan Limit of Quantity untuk parameter CO yaitu 7,767 ul dan 25,890ul. Hasil pengukuran dikatakan valid apabila konsentrasi sampel > LoD (*Limit of Detection*).

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	5 April 2021
Tanggal Pengesahan	11 April 2021
Parameter	Karbon Monoksida
Metode	Spektrofotometri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
www.perbitbukumurah.com		
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

G. Kebisingan

1. Penentuan Presisi (Ketelitian) dan akurasi (ketelitian) Metode

1.1 Prosedur

- 1) Lakukan pnyetelan kalibrator pada tingkatkebisingan tertentu, misalnya 90 dBA.
- 2) Lakukan pengukuran Kebisingan, sebagaimana IKM pengukuran Kebisingan;
- 3) Lakukan sebanyak 15 [lima belas] kali.

1.2 Data Pengukuran

No.	Satuan	Hasil Pengukuran	% R
1	dBA	90,5	100,6
2	dBA	90,1	100,1
3	dBA	90,2	100,2
4	dBA	90,0	100,0
5	dBA	90,3	100,3
6	dBA	90,2	100,2
7	dBA	89,9	99,9
8	dBA	89,8	99,8
9	dBA	90,2	100,2
10	dBA	90,3	100,3
11	dBA	90,2	100,2
12	dBA	90,0	100,0

No.	Satuan	Hasil Pengukuran	% R
13	dB(A)	90,3	100,3
14	dB(A)	90,5	100,6
15	dB(A)	90,1	100,1

1.3 Evaluasi

Rata-rata = 90.2 dB(A)

SD = 0.1914

RSD = 0.2122

Rata2 % R = 100.2 %

Acceptance Criteria (Kriteria keberterimaan) :

1. RSD = < 5% (sebagai RSD atau CV).
2. % R = 100 +/- 15 %

Catatan:

Bahan kontrol yang dipakai adalah kalibrator.

Kesimpulan:

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat ketelitian (presisi) dan ketepatan (akurasi) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter Kebisingan.

H. TSP (*Total Suspended Particulate*)

I. Penentuan Presisi (Ketelitian) Metode

1.1 Uji Replitabilitas

1.1.1 Prosedur

- 1) Ambil 1 filter hasil sampling
- 2) Lakukan penentuan TSP, sebagaimana IKM penentuan TSP;
- 3) Lakukan sebanyak 7 [tujuh] kali

1.1.2 Data Penentuan

No.	Pengujian	Hasil Penentuan
1	Ke-1	0,7496
2	Ke-2	0,7490
3	Ke-3	0,7485
4	Ke-4	0,7487
5	Ke-5	0,7479
6	Ke-6	0,7476
7	Ke-7	0,7483

1.1.3 Evaluasi

Rata-rata = 0.7485

SD = 0.0006

RSD = $[0.0006/0.7485] 100\%$

= 0.0831%

Acceptance Criteria (Kriteria keberterimaan) : < 5% (sebagai RSD atau CV) atau sesuai dengan rujukan yang digunakan.

1.1.4 Kesimpulan

Berdasarkan nilai RSD di atas, dimana nilai RSD lebih kecil daripada *Acceptance Criteria*, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat presisi (ketelitian) yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter TSP.

1.2 Uji Reprodusibilitas

1.2.1 Prosedur

- 1) Lakukan penentuan standar TSP sebagaimana IKM penentuan TSP sebanyak 7 (tujuh) kali pengulangan;
- 2) Penentuan dilakukan oleh dua orang Analis berbeda;
- 3) Masukkan hasil penentuan ke dalam tabel hasil penentuan;
- 4) Evaluasi hasil penentuan.

1.2.2 Data Penentuan

No.	Nama Analis	
	Sigit	Achmad
1	0,7496	0,7482
2	0,7490	0,7489
3	0,7485	0,7485
4	0,7487	0,7493
5	0,7479	0,748
6	0,7476	0,7477
7	0,7483	0,7483
Rata-rata	0,7485	0,7484

1.2.3 Evaluasi:

$$\text{Bias} = \{[\text{Mean}_{\text{analisis1}} - \text{Mean}_{\text{analisis2}}] / \text{RSD}\} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Bias} &= \{[0.7485 - 0.7484] / 0.0831\} \times 100 \% \\ &= 0.1203 \% \end{aligned}$$

Acceptance criteria:

$$\text{Bias} = < 10 \%$$

1.2.4 Kesimpulan:

Berdasarkan hasil bias di atas, dimana dua orang Analis memberikan bias yang lebih kecil dari 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa metode tersebut mempunyai tingkat REPRODUSIBILITAS yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk penentuan parameter TSP.

VERIFIKASI METODE LEMBAR PENGESAHAN

Tanggal Pelaksanaan	3 April 2021
Tanggal Pengesahan	11 April 2021
Parameter	TSP (<i>Total Suspended Particulate</i>)
Metode	Gravimetri
Sampel	

Disiapkan oleh:	Diperiksa oleh:	Disahkan oleh:
Analisis	Penyelia Lab. Udara	MT. Lab. Udara

INDONESIA
www.penerbitbukumurah.com



KBM
KBM
INDONESIA

www.penerbitbukumurah.com

Daftar Pustaka

- Hadi, Anwar & Nurjaman, Agus. 2021. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: IPB Press
- Riyanto. 2014. *Validasi & Verifikasi Metode Uji: Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Yogyakarta: Deepublish
- SNI 19-7119.1-2005: Udara Ambien – Bagian 1: Cara Uji Kadar Amoniak (NH_3) Dengan Metoda Indofenol Menggunakan Spektrofotometer
- SNI 19-7119.2-2005: Udara Ambien – Bagian 2: Cara Uji Kadar Nitrogen Oksida (NO_2) Dengan Metoda Griess Saltman Menggunakan Spektrofotometer
- SNI 19-4844-1998: Metode Pengujian Konsentrasi Hidrogen Sulfida (H_2S) dalam Udara dengan Alat Spektrofotometer Air Sampler (HVS)
- SNI 19-7119.3-2005: Udara Ambien – Bagian 3: Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) Dengan Metoda Gravimetri
- SNI 19-7119.7-2005: Udara Ambien – Bagian 7: Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO_2) Dengan Metoda Pararosanilin Menggunakan Spektrofotometer

- SNI 19-7119.8-2005: Udara Ambien – Bagian 8: Cara Uji Kadar Oksidan Dengan Metoda Neutral Buffer Kalium Iodida (NBKI) Menggunakan Spektrofotometer
- SNI 19-7117.7-2005: Emisi Gas Buang - Sumber Tidak Bergerak - Bagian 7: Cara Uji Kadar Hidrogen Sulfida (H_2S) Dengan Metode Biru Metilen Menggunakan Spektrofotometer
- SNI 8427:2017: Pengukuran Tingkat Kebisingan Lingkungan
- Sugiyono. 2016. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Yogyakarta: Alfabeta



www.penerbitbukumurah.com

Profil Penulis



Penulis lahir di kota Medan, Sumatera Utara 5 Februari 1967 merupakan anak pertama dari empat bersaudara, dari keluarga Abdullah (Alm.) dan Hj. Saana. Pendidikan program Sarjana (S1) diselesaikan di jurusan kimia FMIPA USU tahun 1992. Magister (M.Si.) di prodi Bioteknologi Pascasarjana IPB tahun 1999 serta gelar Doktor di jurusan Kimia Pascasarjana USU tahun 2013. Pelatihan analisis kimia udara di Teknik Lingkungan ITB tahun 1995. Aktif menulis di jurnal-jurnal nasional dan internasional dibidang kimia. Sejak 2019 sampai sekarang menjabat ketua jurusan kimia FMIPA Universitas Mulawarman. Tahun 2018 sampai sekarang menjabat kepala laboratorium lingkungan pada Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Dan Sumber Daya Alam Universitas Mulawarman.



KBM
KBM
INDONESIA

www.penerbitbukumurah.com