

**ANALISIS KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN PADA UJI *ULTIMATE*
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE ASTM D5373-21**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



ANANDA CECILIA RECOBA

08031282126051

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN PADA UJI *ULTIMATE*
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE ASTM D5373-21**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Diusulkan Oleh :

ANANDA CECILIA RECOBA

08031282126051

Indralaya, 21 mei 2025

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



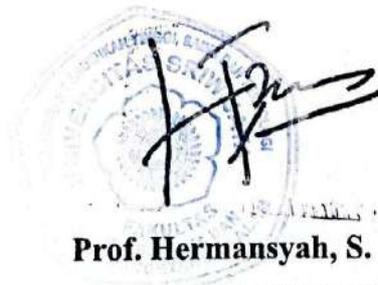
Dr. Nurlisa Hidayati, M. Si
NIP. 197211092000032001



Dr. Ferlinahayati, M. Si
NIP. 197402052000032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D
NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi hasil Ananda Cecilia Recoba (08031282126051) dengan judul “ Analisis Ketidakpastian Pengukuran pada Uji *Ultimate* Batubara Menggunakan Metode ASTM D5373-21” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada 20 Mei 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 21 Mei 2025

Ketua :

1. Dr. Neza Rahayu Palapa, M.Si
NIP. 199505292022032017

()

Anggota :

2. Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si
NIP. 197211092000032001
3. Dr. Ferlinahayati, M.Si
NIP. 197402052000032001
4. Dr. Ady Mara, M.Si
NIP. 196404301990031003

()
()
()

Mengetahui

Dekan FMIPA


Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan


Prof. Dr. Muharni, M.Si.
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ananda Cecilia Recoba
NIM : 08031282126051
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 21 Mei 2025

Penulis



Ananda Cecilia Recoba
NIM.08031282126051

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Ananda Cecilia Recoba

Nim : 08031282126051

Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif" (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah yang berjudul "Analisis Ketidakpastian Pengukuran pada Uji *Ultimate* Batubara Menggunakan Metode ASTM D5373-21". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 21 Mei 2025

Yang Menyatakan,



Ananda Cecilia Recoba

Nim. 08031282126051

HALAMAN PERSEMBAHAN



“Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Q.S Al-Baqarah: 216)

“Sesulit-sulitnya hidupmu, ingat kami ada dibelakangmu nak jadi tetaplah maju.

Doa orang tua menembus langit”

(Mama dan Bapak)

“Berikan tenggat waktu, bersedihlah secukupnya. Rayakan perasaanmu sebagai manusia”

(Hindia)

Dengan penuh rasa syukur, saya persembahkan skripsi dan gelar sarjana ini kepada:
Kedua orang tua tercinta, Mama dan Bapak,
Adek tersayang, Galang,
Dosen Pembimbingku, Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si dan Dr. Ferlinahayati, M.Si.,
Sahabat dan teman seperjuangan serta Almamaterku, Universitas Sriwijaya,
Dan untuk diri saya sendiri, Cecil.

Terimakasih untuk semua dukungan dan semangat yang telah diberikan dalam setiap proses selama ini sehingga saya dapat bertahan dan sampai di titik ini, tak ada yang mampu membalas semua kebaikan kalian selama ini kecuali Allah SWT.

Hidup baru akan dimulai, gelar sarjana yang didapatkan ini merupakan awal perjuangan yang harus dilanjutkan. Semoga tetap diberikan kekuatan, kesehatan, dan kebahagiaan dalam hidup selanjutnya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan Syukur kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan karunia, ridho, kekuatan, kemudahan, dan pertolongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Analisis Ketidakpastian Pengukuran pada Uji *Ultimate* Batubara Menggunakan Metode ASTM D5373-21”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan dan proses yang sangat tidak mudah, namun dengan bantuan, dukungan, kesabaran, dan kekuatan yang dimiliki akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih dengan ketulusan hati sedalam-dalamnya kepada Ibu **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si** dan Ibu **Dr. Ferlinahayati, M.Si** untuk segala bantuan, bimbingan, dukungan, ilmu, dan waktu yang telah diberikan kepada penulis dari awal penelitian hingga skripsi ini terselesaikan, juga kepada PT Bukit Asam Tbk beserta pihak yang terlibat yang telah memberikan fasilitas, ilmu, dan bantuan dalam penelitian.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan ridho-Nya, karunia, kekuatan, kesabaran dan ribuan bantuan kepada penulis sehingga penulis dapat bertahan dan menyelesaikan perkuliahan dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tuaku tercinta, Mama Meri Susanti dan Bapak Dian Purnomo. Terima kasih telah memberikan cinta dan kasih sayang kepada penulis sehingga penulis dapat berada di titik sekarang, terima kasih setulus-tulusnya telah mengusahakan semuanya untuk penulis. Mama ribuan ucapan terima kasih tidak dapat digambarkan untuk membalas semuanya, doamu, dukunganmu, sangat berarti untuk penulis sehingga penulis dapat bertahan sampai sekarang meskipun tidak semua beban dan cerita dapat dibagikan antara penulis dan mama. Bapak terima kasih atas perjuangan dan dukungan selama ini kepada penulis meskipun jarang terucap dalam

kata-kata, penulis yakin kasih sayang dan cinta yang diberikan sangatlah besar. Mama dan Bapak terima kasih telah bersusah payah membiayai dan mengusahakan semuanya kepada penulis, meskipun penulis harus berjalan, berupaya, dan menabrak semuanya sendiri agar mengerti artinya perjuangan dan perjalanan. Panjang umur dan temani aku selalu, skripsi ini merupakan penghormatan, apresiasi, cinta, dan rasa syukur penulis kepada kalian berdua.

3. Bapak Prof. Hermansyah, M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si selaku pembimbing tugas akhir, terima kasih banyak atas dukungan, bantuan, bimbingan, dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan ini dengan sangat baik. Terima kasih Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si selaku dosen pembimbing tugas akhir, dan pembimbing akademik yang telah mengarahkan, memberikan motivasi, bantuan, dan waktu sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan.
7. Ibu Dr. Neza Rahayu Palapa, M.Si dan Bapak Dr. Ady Mara, M.Si selaku dosen penguji, terima kasih telah membantu menyempurnakan hasil penelitian penulis dengan memberikan masukan, bimbingan, dan kemudahan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
8. Seluruh dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan membimbing selama masa perkuliahan.
9. Kak Iin dan dan Mba Novi selaku admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, yang telah membantu penulis dalam hal akademik, terutama terkait syarat kelulusan. Terima kasih atas kebaikan dan energi yang telah diberikan, semoga segala kebaikan dibalas dengan kesehatan.
10. Adikku, Galang dan keluarga besar, terima kasih atas segala dukungan dan doa yang telah diberikan. Semoga selalu diberikan kesehatan selama hidup.

11. Teman seperjuanganku, Kya, Manda, Cici, Awny, Aan, Gilang, Dey, Aga, Tristan, Adit, terima kasih telah memberikan warna dan menemani penulis pada saat perkuliahan. Waktu, dukungan, kebersamaan menjadi sangat berarti dalam kehidupan penulis sehingga penulis dapat bertahan dengan lika-liku kehidupan yang ada di dunia perkuliahan. Terima kasih atas tawa dan air mata yang kita bagikan dan rasakan sama-sama pada saat ini dan semoga sampai akhir nanti yang akan selalu kita ingat di masa depan nanti. Good luck untuk kita semua dan semoga Allah selalu memberkahi jalan kita.
12. Sahabatku, Awny Athalia atau unit, terima kasih telah menemani penulis sampai sejauh ini. Sedari maba satu kost, satu tempat magang, satu organisasi, dan sekarang berproses Bersama. Terima kasih banyak untuk tidak meninggalkan penulis dalam proses ini, terima kasih atas air mata, tawa, bantuan, dukungan, masukan, bahkan nasihat serta 911 ar royyan bagi penulis. Pahit manis sudah kita lewati bersama pada saat magang definisi dimana ada unit disitu ada sesi, tidak dapat digambarkan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga kita selalu sehat dan dilindungi dari orang-orang jahat di sekeliling kita ya unit, kita usahakan keliling kota dan kaya raya itu. *Keep in Touch ya Unit!*
13. Amanda Nabila, mbanda terima kasih banyak telah menemani penulis sedari maba, dan satu kost bersama. Tawa, air mata, dan lika-liku kehidupan di dunia layo ini sudah kita lewati, terima kasih selalu sabar kepada penulis dan terima kasih atas semua Pelajaran yang secara tidak langsung mbanda berikan kepada penulis. Tunggu aku ke lampung, mungkin saja penulis bisa jadi orang lampung wkkw, Mbanda *Keep in Touch Ya!*
14. Sahabatku, Adelia dan Kayinaa, terima kasih telah mendengarkan semua keluh-kesah penulis selama ini, terima kasih selalu ada untuk penulis meskipun waktu dan jarak menyebabkan komunikasi kita kadang terhalang. Tak banyak kata yang dapat penulis ucapkan untuk menggambarkan betapa pentingnya kalian bagi penulis, semoga kita selalu diberikan kelancaran, kesehatan dan dikelilingi oleh orang baik.
15. Citra, sahabat magangku dari Universitas Malang, terima kasih banyak

untuk tawa, tangis, dan kebersamaan selama ini, terima kasih telah menjadi pendengar untuk penulis bahkan saat penulis tidak dapat menceritakan semuanya. Terima kasih semangat dan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat berada di titik ini, terima kasih untuk Mauzanya. Semangat penelitian dan semangat mengejar Sarjana Sains itu, Citra dan Cecil sang pejuang Sarjana!

16. Sabrina, Arzi, Imel, dan Rifal, terima kasih telah menemani penulis selama penelitian di LAB PAB dengan segala tawa, dan keseruan selama ini. Terima kasih telah menjadi pendengar dan penyemangat untuk penulis di kehidupan yang sangat waw ini. Semoga kita semua diberikan kesehatan dan kesempatan untuk berkumpul di suatu tempat yang sama lagi.
17. Kagib, orang yang selama ini mendukung penulis, membantu penulis untuk mencintai diri sendiri, mengajarkan tentang kehidupan, dan memotivasi penulis untuk sampai di titik ini. Terima kasih telah menemani penulis dan mengajarkan penulis bahwa setiap orang berbeda-beda prosesnya, terima kasih telah mendengarkan segala kerapuhan, kesenangan yang penulis selalu sampaikan kepada kagib. Terima kasih atas waktu yang telah diluangkan kepada penulis, kepada pundak yang dijadikan sandaran, kepada tangan yang merangkul segala keburukan dan kerapuhan penulis. Terima kasih atas semuanya meskipun kagib tidak dapat menemani penulis sampai selama ini, terima kasih atas kasih sayang, kesabaran, serta luka dan pedih yang diberikan kepada penulis. Luka dan patah yang diberikan dapat memotivasi penulis untuk terus maju, semangat, dan yakin bahwa di depan ada jalan yang baik. Semoga aku dan kagib diberikan kesehatan, kemudahan, dan hati yang damai. *See u when i see u yaa! Finally I did it* Kagib, aku dapat gelar sarjana itu.
18. Terima kasih kepada sahabat yang aku dapatkan karena disatukan oleh IMMETA SUMSEL, terkhusus Dibun, Nadya, Nia, Adam, Adyt, dan Dev. Terima kasih untuk cerita yang kita lewati, sedih, senang, bahkan emosi yang kita rasakan bersama wkwk. Terima kasih telah mewarnai kehidupan penulis, *Keep in Touch* ya inti kuat.
19. Kepada Adik Asuhku Regitha dan Kasuhku Kak Dina, terima kasih banyak

atas dukungan, semangat, dan bantuan kalian selama ini. Terima kasih sudah menjadi keluarga bagi penulis yang dapat menjadikan penulis untuk lebih maju dan semangat dalam mencoba hal baru.

20. Kepada Kak Martha, Kak Farisky, Kak Randy, Kak Can, Kak Dika, Kak Rubby, Kak Badu, Mba Riesta dan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih bantuan, dukungan, dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Terima kasih kesempatan dan hal baru yang diajarkan kepada penulis, terima kasih untuk cerita senang dan sedih yang dilewati bersama.
21. Teman Mabaku, Okta jiwa, terima kasih sudah menemani penulis dari awal perkuliahan sampai sekarang, cerita kita akan diingat sampai nanti. Semangat dan sukses selalu untuk kita.
22. Wadahku bertumbuh dan berkembang, IMMETA SUMSEL dan HIMAKI UNSRI terima kasih telah menjadi pembelajaran untuk membentuk diri ini dan berperan atas pengetahuan yang tidak didapatkan penulis sebelumnya. Terima kasih telah menjadi rumah bagi penulis saat lelah dengan dunia perkuliahan.
23. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2021, terima kasih atas kebersamaan dan pengalaman yang diberikan selama ini, terima kasih atas cerita yang tidak akan terlupakan nanti.
24. *Last but not least*, Terima kasih kepada wanita sederhana dengan isi kepala yang tiada habisnya dan mempunyai impian yang besar, yaitu diriku sendiri, Cecil. Terima kasih telah berusaha keras untuk menyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu dapat menyelesaikan dan bertahan di kehidupan ini. Berbahagialah selalu dengan dirimu sendiri, Cecil. Rayakan kehadiranmu sebagai berkah di mana pun kamu menjejakkan kaki. Jangan sia-siakan usaha dan doa yang selalu kamu langitkan. Allah sudah merencanakan dan memberikan porsi terbaik untuk perjalanan hidupmu. Saat kamu sedih ingatlah bahwa kamu sudah menghadapi ribuan peristiwa yang membuat kamu ingin menyerah namun kamu dapat bertahan sejauh ini. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu, dan semoga Allah selalu meridhai setiap langkah serta menjagamu dalam lindungan-Nya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Terima kasih.

Indralaya, 22 Mei 2025

Penulis

Ananda Cecilia Recoba

NIM. 08031282126051

SUMMARY

MEASUREMENT UNCERTAINTY ANALYSIS IN *ULTIMATE* COAL TEST USING ASTM D5373-21 METHOD

Ananda Cecilia Recoba: Supervised by Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si and Dr. Ferlinahayati, M.Si
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sriwijaya
xii + 65 pages, 13 tables, 4 pictures, 4 attachments.

Coal plays a vital role in the energy and industrial sectors, this its quality must be maintained to fulfill specified guidelines. To assure the quality of coal produced by PT Bukit Asam, Tbk, the Coal Transportation Handling Laboratory (PAB) conducted an ultimate test analysis using the ASTM D5373-21 technique, which aims to measure the quantities of carbon, hydrogen, and nitrogen in coal samples. This study intends to assess the quality of coal samples using ultimate test analysis and identify factors influencing measurement uncertainty. The procedure employed is the analysis of a CHN. Analyzer used to test carbon, hydrogen, and nitrogen levels in 10 coal samples. Uncertainty in measurements is primarily influenced by instrument calibration, measurement precision, and sample homogeneity. The results showed that the carbon, hydrogen, and nitrogen content respectively in the sample ranged 48.65% - 63.17%, 5.18% - 6.34%, 0.92% - 1.19%. Based on the percentage, the coal samples were categorized as sub-bituminous. The most influential factor on measurement uncertainty is different for each element. Precision is the dominant factor that causes uncertainty of carbon content of 0.2795% and nitrogen content of 0.0166%, while the homogeneity of the sample is more influential on the hydrogen content with uncertainty of 0.0609%.

Keywords: Coal, Carbon, Hidrogen, Nitrogen, Measurement Uncertainty

Citations : 59 (1983 – 2024).

RINGKASAN

ANALISIS KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN PADA UJI *ULTIMATE* BATUBARA MENGGUNAKAN METODE ASTM D5373-21

Ananda Cecilia Recoba : Dibimbing oleh Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si dan Dr. Ferlinahayati, M.Si

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
xii + 65 halaman, 13 tabel, 4 gambar, 4 lampiran.

Batubara memiliki peran penting dalam sektor energi dan industri, sehingga kualitasnya harus dijaga agar memenuhi standar yang ditetapkan. Untuk memastikan kualitas batubara yang dihasilkan oleh PT Bukit Asam, Tbk, dilakukan analisis uji *ultimate* menggunakan metode ASTM D5373-21 yang bertujuan untuk menentukan kadar karbon, hidrogen, dan nitrogen dalam sampel batubara di Laboratorium Penanganan Angkutan Batubara (PAB). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas sampel batubara berdasarkan hasil analisis uji *ultimate* serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi ketidakpastian pengukuran dalam uji *ultimate*. Metode yang digunakan adalah analisis menggunakan CHN Analyzer untuk mengukur kadar karbon, hidrogen, dan nitrogen dalam 10 sampel batubara. Faktor utama yang mempengaruhi ketidakpastian pengukuran adalah kalibrasi alat untuk memastikan keakuratan hasil pengukuran, presisi pengukuran untuk menentukan keterulangan hasil uji, serta homogenitas sampel guna mengurangi variasi dalam pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar karbon dalam sampel berkisar antara 48,65% – 63,17%, kadar hidrogen 5,18% - 6,34%, dan kadar nitrogen 0,92% - 1,19%. Berdasarkan persentase, sampel batubara dikategorikan sebagai sub-bituminous. Faktor yang paling berpengaruh terhadap ketidakpastian pengukuran berbeda untuk setiap unsur. Presisi merupakan faktor dominan yang menyebabkan ketidakpastian kadar karbon sebesar 0,2795% dan kadar nitrogen sebesar 0,0166%, sedangkan homogenitas sampel lebih berpengaruh terhadap kadar hidrogen dengan ketidakpastian sebesar 0,0609%.

Kata Kunci : Batubara, Karbon, Hidrogen, Nitrogen, Ketidakpastian Pengukuran

Kutipan : 59 (1983 – 2024).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xiii
RINGKASAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Batubara.....	4
2.2 Pembentukan Batubara.....	6
2.3 Kandungan Unsur Batubara	8
2.4 Klasifikasi Batubara	8
2.5 Analisis Uji <i>Ultimate</i>	10
2.5.1 Karbon	11
2.5.2 Hidrogen	11
2.5.3 Nitrogen	12
2.6 CHN (Carbon, Hidrogen, Nitrogen) <i>Analyzer</i>	12
2.7 Metode ASTM.....	15
2.8 Ketidakpastian Pengukuran.....	16
2.8.1 Kalibrasi Timbangan	18
2.8.2 Homogenitas	19
2.8.3 Presisi	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Preparasi UP BA	22
3.3.2 Preparasi Batubara	23
3.3.3 Analisis Uji <i>Ultimate</i>	23
3.3.4 Analisis Ketidakpastian Pengukuran.....	24
3.3.5 Analisis Data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Analisis Uji <i>Ultimate</i>	27
4.2 Ketidakpastian Pengukuran	29
4.2.1 Kalibrasi Timbangan.....	30
4.2.2 Presisi.....	35
4.2.3 Homogenitas	37
4.2.4 Ketidakpastian Gabungan	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	49
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Batubara.....	7
Gambar 2. Pembentukan Batubara	8
Gambar 3. Alat CHN Analyzer Lecco 628	16
Gambar 4. Diagram Tulang Ikan	20

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Analisis Uji <i>Ultimate</i>	28
Tabel 2. Kondisi Lingkungan	30
Tabel 3. Kemampuan Baca Kembali	31
Tabel 4. Penyimpangan dari Nilai Nominal	31
Tabel 5. Pengaruh Pembebanan di Tengah	32
Tabel 6. Histerisis	32
Tabel 7. Ketidakpastian Penimbangan.....	33
Tabel 8. Kalibrasi Timbangan	34
Tabel 9. Presisi Karbon, Hidrogen, dan Nitrogen.....	35
Tabel 10. Homogenitas Karbon, Hidrogen, dan Nitrogen.....	38
Tabel 11. Ketidakpastian Gabungan Karbon	40
Tabel 12. Ketidakpastian Gabungan Hidrogen.....	41
Tabel 13. Ketidakpastian Gabungan Nitrogen.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	50
Lampiran 2. Sertifikat Kalibrasi Timbangan	55
Lampiran 3. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Ketidakpastian Pengukuran.....	56
Lampiran 4. Dokumentasi Aktivitas Penelitian.....	62

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cadangan batu bara terbesar di kawasan Asia-Pasifik dimiliki oleh Indonesia, yang juga tercatat sebagai salah satu produsen batu bara utama di tingkat global. Dalam dokumen Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara 2021–2045 yang diterbitkan oleh Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2020, dinyatakan bahwa Indonesia menyimpan total sumber daya batu bara sebesar 143,73 miliar ton, dengan volume cadangan mencapai 38,80 miliar ton. Fakta tersebut mengindikasikan bahwa prospek pemanfaatan batu bara di dalam negeri, baik pada sektor energi maupun non-energi, sangat potensial untuk dikembangkan di masa mendatang (Pahlevi et al., 2024). Provinsi Sumatera Selatan memiliki potensi batubara yang sangat besar sehingga banyak terdapat perusahaan tambang batubara yang beroperasi, salah satunya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Dalam industri pertambangan batubara, kualitas batubara merupakan hal yang sangat penting dalam pemenuhan permintaan pasar. Untuk memastikan kualitas batubara tetap sesuai dengan spesifikasi permintaan, maka dilakukan berbagai pengujian kualitas yang dilakukan pada laboratorium, salah satunya adalah analisis uji *ultimate* (Arta, 2019).

Analisis uji *ultimate* adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan karbon (C), hidrogen (H), dan nitrogen (N). Kandungan karbon, hidrogen, dan nitrogen penting dalam mengevaluasi sifat kokas, gasifikasi, dan pencairan batubara. Analisis uji *ultimate* dapat menentukan nilai batubara dalam klasifikasinya (Meliyana et al., 2024). Kadar karbon yang terdapat pada batubara dapat mempengaruhi kualitas batubara, kadar karbon yang tinggi pada batubara akan menghasilkan nilai kalor yang semakin tinggi, sehingga kualitas batubara akan tinggi dan memungkinkan gas lebih banyak terbentuk jika karbon pada batubara tinggi. Kandungan hidrogen dan oksigennya yang rendah akan membuat kualitas batubara semakin tinggi (Monikha et al., 2019). Hasil analisis uji *ultimate* dapat membantu menentukan nilai kalor batubara, evaluasi kualitas batubara dengan mengetahui komposisi unsur-unsur seperti karbon, hidrogen, nitrogen (Fajarwati et al., 2023). Batubara sesuai dengan jenisnya dapat digunakan untuk aplikasi tertentu seperti pembangkit listrik, industri baja, atau industri semen (Pasyimi, 2008).

Dalam pengujian kualitas batubara, keandalan alat analisis seperti CHN *analyzer* menjadi sangat penting untuk memastikan hasil yang akurat dan dapat dipercaya. Dengan terujinya peralatan ini, kualitas batubara dapat dinilai berdasarkan parameter karbon, hidrogen, dan nitrogen, sehingga dapat dibandingkan dengan standar klasifikasi internasional. Hasil analisis yang akurat dari CHN *analyzer* akan menunjukkan bahwa batubara yang diuji memiliki kualitas yang baik, sesuai dengan standar klasifikasi batubara. Penilaian kualitas batubara yang tepat sangat penting untuk mendukung efisiensi penggunaan dalam sektor energi dan industri (Mehdi *et al.*, 2024).

Untuk menjamin keandalan data yang dihasilkan, laboratorium perlu menjalankan serangkaian langkah dalam penetapan pengawasan mutu pengujian. Salah satu tahapan penting dalam proses tersebut adalah evaluasi terhadap estimasi ketidakpastian dalam metode pengujian analisis akhir atau uji *ultimate* (Midiawati & Saptadi, 2018). Ketidakpastian dalam pengukuran merupakan sebuah parameter yang menggambarkan seberapa besar rentang nilai yang mungkin didapatkan dari suatu pengukuran. Ketidakpastian menunjukkan sebaran nilai-nilai yang masih dianggap wajar untuk besaran yang diukur. Estimasi ketidakpastian pengukuran sangat penting dilakukan karena dapat digunakan untuk membandingkan hasil pengukuran antar laboratorium yang berbeda, pengukuran berulang di laboratorium yang sama, atau membandingkan hasil dengan nilai acuan yang ada pada spesifikasi atau standar. Apabila perbedaan hasil pengujian suatu produk masih berada dalam rentang ketidakpastian, maka perbedaan tersebut dianggap tidak signifikan. Perkiraan dari seluruh faktor yang berkontribusi terhadap ketidakpastian hasil pengukuran atau pengujian dapat memastikan bahwa pengukuran yang dilakukan dan hasil yang diperoleh valid (Islam dan Sukardan, 2016).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketidakpastian pengukuran dapat berasal dari sampel yang tidak homogen, kalibrasi alat, kesalahan personil, lingkungan dan preparasi (Warmiati, 2024). Penentuan ketidakpastian merupakan salah satu langkah penting untuk memastikan bahwa kualitas sampel yang dianalisis memenuhi standar yang diharapkan oleh baik konsumen maupun produsen (Larasati dan Yanti, 2022). Untuk memperoleh informasi yang bermanfaat dalam menyempurnakan metode uji terbaik di laboratorium, manajer

laboratorium perlu melakukan estimasi ketidakpastian pengukuran guna memastikan keterandalan hasil uji dengan menetapkan ketertelusuran terhadap satuan internasional. Berdasarkan hal-hal yang telah dijelaskan di atas maka dilakukan penelitian untuk menentukan kualitas batubara berdasarkan hasil analisis uji *ultimate* menggunakan metode ASTM (*American Society for Testing and Materials*) D5373-21 serta menganalisis ketidakpastian pengukurannya, guna menjamin keandalan hasil pengujian laboratorium.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara menentukan kadar karbon, hidrogen, dan nitrogen sampel batubara menggunakan ASTM D5373-21?
2. Apa saja yang menjadi faktor ketidakpastian pengukuran terhadap hasil analisis uji *ultimate*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kualitas sampel berdasarkan hasil analisis uji *ultimate*.
2. Mengetahui faktor apa saja yang dapat mempengaruhi hasil ketidakpastian pengukuran terhadap hasil analisis uji *ultimate*.

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta wawasan mengenai penentuan kualitas atau *rank* batubara melalui analisis uji *ultimate* serta memberikan pengetahuan mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ketidakpastian pengukuran terhadap analisis uji *ultimate* pada batubara menggunakan ASTM D5373-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreini, D., Bahtiar, S., Widyawati, F., dan Hidayat, S. (2021). Analisis Hubungan Kandungan Total Moisture, Total Sulphur dan Ash Content Terhadap Gross Calorific Value pada Batubara. *Jurnal Tambora*. 5(3), 50-55.
- Anwari, S. (2018). Perancangan dan Kalibrasi Timbangan Digital. *Jurnal Teknik Elektro*. 1(1), 173-177.
- Arif, I. I. (2014). *Batubara Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Arta, M., dan Ansosry, A. (2019). Rancangan Teknis Stockpile 2 di PT Bukit Asam Tbk, Unit Pelabuhan Tarahan-Lampung. *Bina Tambang*. 4(1), 266-275.
- ASTM International. (2021). *Standard Test Methods for Determination of Carbon, Hydrogen and Nitrogen in Analysis Samples of Coal and Carbon in Analysis Samples of Coal and Coke (ASTM D 5373-21)*. United State : ASTM International.
- BSN. (2012). *Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Laboratorium Pengujian*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- BSN. (2022). *Panduan Kalibrasi Anak Timbangan SNSU PK.M-04:2022*. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Castellan, G. W. (1983). *Physical Chemistry Third Edition*. Canada : Addison-Wesley Publishing Company.
- Darmayanti, N. T. E. (2008). Penentuan Limit of Performance (LOP) Timbangan Elektronik. *Instrumentasi*. 32(1), 31-36.
- Ekayuliana, A., dan Hidayati, N. (2020). Analisis Nilai Kalor dan Nilai Ultimate Briket Sampah Organik Dengan Bubur Kertas. *Jurnal Mekanik Terapan*. 1(2), 107-115.
- Fadhilah, A., dan Mirul, A. (2023). Pengaruh dan Korelasi Analisis Proksimat (MAD, VM, Ash dan FC) Terhadap Nilai Hardgrove Grindability Index (HGI) Batubara di PT. Bukit Asam, Tbk. Effect and Correlation of Proximate Analysis (MAD, VM, Ash and FC) on the Hardgrove Grindability Index (HGI). *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*. 1(2), 79-86.
- Fadhili, M. A., dan Ansosry, A. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Nilai Total Moisture, Ash Content dan Total Sulphur Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 Di Tambang Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Journals Mining Engineering: Bina Tambang*. 4(3), 54-64.
- Fajarwati, S. A., Lepong, P., dan Wahidah. (2023). Analisis Proksimat dan Ultimat Terhadap Total Sulfur dan Nilai Kalori pada Batubara (PT Geoservices Samarinda). *Jurnal Geosains Kutai Basin*. 6(2), 1-11.
- Gautam, V. P., Mishra, S., and Ahmed, H. (2023). Comparison of Total Nitrogen estimation by Kjeldahl Method and CHNS Analyzer in Dry Tropical Grassland. *International Journal of Plant and Environment*. 9(2) : 180-182.

- Gonzales, R. (2022). Memaksimalkan Potensi Generasi Muda di Industri Pertambangan untuk Meningkatkan Ekonomi Indonesia Menuju Indonesia Emas 2045 : Generasi Muda Untuk Bangsa. *Jurnal Himasapta*. 7(1),39
- Greenfield, S., Edwards, D. J. H., Barnard, M., Burgess, C., Hill, S. J., and Jarvis, K. E. ,(2006). Evaluation of Analytical Instrumentation. Part XIX CHNS Elemental Analysers. *Accreditation and Quality Assurance*. 11(11), 569-576.
- Harlyan, L. dan Sari, S. (2015). Validasi Metode Analisis Siklamat secara Spektrofotometri dan Turbidimetri. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 53–60.
- Herlina, A., Handayani, H. E., dan Iskandar, H. (2014). Pengaruh Fly Ash dan Kapur Tohor pada Netralisasi Air Asam Tambang Terhadap Kualitas Air Asam Tambang (pH, Fe & Mn) di IUP Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*. 2(2), 102629.
- Hulu, N. (2018). Analisis Perbandingan Tingkat Akurasi Timbangan Digital dan Manual Sebagai Alat Pengukur Berat Badan Anak. *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis*. 9(1), 1864-1868
- Islam, S., dan Sukardan, M. D. (2016). Pemodelan dan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Uji Kekuatan Sobek Kain Metoda Pendulum (Elmendorf). *Jurnal Arena Tekstil*. 31(1), 23–34.
- Ismarwanti, S., Setiawan, J., Ajiriyanto, M. K., dan Sigit, R. (2021). Analisis Ketidakpastian Pengukuran Kekuatan Tarik dan Elongasi Spesimen Ss304 Berbentuk Ring. *Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*. 27(3), 133-142.
- Koshcheeva, O. S., Zubareva, A. P., and Saprykin, A. I. (2010). CHN Analysis of Functional Materials and Their Precursors. *Journal of Structural Chemistry*. 51(1), S175-S178.
- Kurniawan, I., dan Aryansyah, A. (2020). Analisis Kualitas Batubara sebagai Penentu Faktor Swabakar. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*. 1(1) : 100-111.
- Kuveke, R. E. H., Barwise, L., Ingen, Y. V., Vashisth, K., Roberts, N. J., Chitnis, S. S., Dutton, J. L., Martin, C. D., and Melen, R. L. (2022). An International Study Evaluating Elemental Analysis. *Journal of American Chemical Society*. 8(7) : 855-863.
- Larasati, R. A., dan Yanti, I. (2022). Calculation of Measurement Uncertainty in ASTM D-4737 Calculated Cetane Index Testing and ASTM D-4737 Kinematic Viscosity in Cepu PPSDM Oil Laboratory. *IJCR (Indonesian Journal of Chemical Research)*. 7(1), 37–42.
- Leco Corporation. 2015. *CHN628 Carbon/Hydrogen/Nitrogen Determinator Instruction Manual Version I.3*. 200-731.
- Mahreni, dan Mitha, P. (2019). *Pencucian Batubara*. Yogyakarta: Universitas Yogyakarta.
- Malaidji, E., Anshariah., dan Budiman, A. A. 2018. Analisis Proksimat, Sulfur, dan

- Nilai Kalor dalam Penentuan Kualitas Batubara di Desa Pattappa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*. 6(3) :131-137.
- Mehdi, N. S., Khan, Z. M., Farid, H. U., Khan, S. U., Khan, M. I., Jameel, M., Abduvalieva, D., Garalleh, H. A., and Waqas, M. (2024). Analyzing the Combustion Characteristics of Thar Coal Block XI: A Comprehensive Study. *Journal Results in Engineering*. 24, (1)NN: 2590-1230.
- Meliyana, M., Nurhakim, N., dan Noor, R. H. (2024). Analisis dan Evaluasi Parameter Kualitas Batubara pada Stock ROM dan Crushing Plant PT Jorong Barutama Greston. *Jurnal Himasapta*. 8(3), 179.
- Midiawati, dan Saptadi, S. (2018). Analisis Perbandingan Kualitas Batubara Te 67 Hs di Stockpile dan di Gerbong Kereta Api dengan Menggunakan Tools Statistika. *Industrial Engineering Online Journal*. 6(4), 1–9.
- Nkeng, G. E., dan Akah, A. (2007). The Optimisation of Excess Air and Stack Temperature for the Improvement of Thermal Efficiency and Environmental Performance of Steam Boilers. *Advanced Materials Research*. 18–19(2), 415–421.
- Norliani, N., Wardani, P. S., Putri, E. R., dan Jamaluddin, M. N. (2023). Kalibrasi Timbangan Elektronik Non-Otomatis di UPTD Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Samarinda. *Progressive Physics Journal*. 4(2), 276-282.
- Nurlela. (2015). Briket BatuBara dengan Penyulut Enceng Gondok dengan Perekat Tapioka. *Jurnal Media Teknik*. 12, 18.
- Nurlela, N. (2019). Analisa Total Moisture dan Ash Content Pada Briket Batubara. *Jurnal Redoks*. 4(1), 36–43.
- Nursanti, R. A., Agung, P. T. dan Endah, R. F. (2019). Validasi Metode Pengujian Logam Berat Timbal (Pb) dengan Destruksi Basah Menggunakan FAAS dalam Sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 8(1), 60–68.
- Ogara, E. R., Fadhilah, A., dan Ilham, A. (2023). Penentuan Peringkat dan Pengaruh Karakteristik Batubara Terhadap Nilai Kalori. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*. 9(2), 122–130.
- Pahlevi, R., Thamrin, S., Ahmad, I., dan Nugroho, F. B. (2024). Masa Depan Pemanfaatan Batubara sebagai Sumber Energi di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*. 5(2), 50–60.
- PT Bukit Asam Tbk. (2015). *Pelatihan Teknik Sampling, Preparasi dan Pengujian pada Batubara*.
- Putri, I. P., Pitulima, J., dan Mardiah, M. (2019). Evaluasi Kualitas Batubara dari Front Penambangan hingga Stockpile di Pit 1 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim. *Jurnal Mineral*. 4(1), 1–7.
- Rahmad, B. (2019). *Buku Ajar Ekplorasi Batubara*. Deepublish : Sleman.

- Rahmah, F., & Salsabila, F. F. (2022). Uji Kalibrasi Alat Ukur Massa pada Neraca Analitik Menggunakan Metode Perbandingan Langsung. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*. 7(1), 24-32.
- Riana, M. R. (2021). Analisa Kualitas Batubara Terhadap Efisiensi Pembakaran pada Boiler Unit 1 PLTU Suralaya, Merak, Banten. *Jurnal Eksakta Kebumihan*. 2(2), 168-178.
- Rianto, D. J. (2022). Analisis Pengaruh Kadar Air (Total Moisture) Batubara Terhadap Nilai Kalori Batubara di Front Penambangan. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*. 1(2), 257–268.
- Riyanto Ph.D. (2014). Validasi dan Verifikasi Metode Uji. *Paper Knowledge . Toward A Media History of Documents*. 3(1), 49–58.
- Rustian, R., Rianto, D. J., Rahmawati, D., Kunci, K., (2021). Analisis Perubahan Kualitas Batubara di Front Penambangan Terhadap Kualitas Batubara di Stockpile, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. *Jurnal Mine Magazine*. 2(1), 1–8.
- Sardi, B., Ripky, M., Marhum, F. A., Nampo, S., dan Arif, M. (2023). Analisis Proksimat, Ultimat, dan Kadar Sulfur dalam Penentuan Kualitas Batubara pada Formasi Bobong Pulau Taliabu-Maluku. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*. 2(1), 45–53.
- Sianturi, R. (2022). Uji Homogenitas Sebagai Syarat Pengujian Analisis. *Jurnal Pendidikan, Sains Sosial, dan Agama*. 8(1), 386-397.
- Sulistyono, D. (2012). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga GAS Batubara di Kabupaten Sintang. *Jurnal Elkha*. 4(2), 38–42.
- Susetyo, A. R., Nas, C., dan Suliestyah. (2020). Analisis Kebutuhan Udara Untuk Pembakaran Batubara Pada Boiler Unit 3 di PLTU Suralaya. *Indonesian Mining and Energy Journal*. 3(2), 36-41.
- Talla, H., dan Taba, H. T. (2017). Pengaruh Kadar Air terhadap Proses Pencairan dan Produk Minyak Batubara. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 02(01) : 2303-3402.
- Tonggiroh, A. (2021). *Dasar-Dasar Geokimia Eksplorasi*. CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Tenriajeng, A. T. (2003). Pemindahan Tanah Mekanis, Gunadarma, Jakarta. *Jurnal Ilmu Teknik*. 6(3), 131.
- Usmadi. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas dan Uji Normalitas). *Jurnal Inovasi Pendidikan*. 7(1), 50-63.
- Warmiati, W. (2024). Pendekatan Top-Down dalam Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Suhu Leleh dan Perubahan Entalpi Menggunakan Differential Scanning Calorimetry. *Journal of Chemistry*. 18(2), 137-144.
- Yakub, A. (2006). *Kualitas Batubara Edisi 2*. Rbs: Bandung.

Yenni, F. R., dan Prabowo, H. (2021). Management Pengendalian Kualitas Batubara Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Mulai Dari Front Sampai Ke Stockpile di PT. Budi Gema Gempita, Merapi Timur, Lahat, Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*. 6(1), 110–120.

Yudono, B. (2017). *Spektrometri*. Palembang : Simetri.

Zhu, Q. (2014). *Coal Sampling and Analysis Standards*. London : IEA Clean Coal Centre.