

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

**PERBANDINGAN METODE ANALISIS PENENTUAN KADAR
KALSIUM KARBONAT PADA PLESTERAN DI BALAI
KONSERVASI BOROBUDUR MAGELANG**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
Derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analisis Kimia
Program Studi DIII Analisis Kimia**



**Disusun oleh:
Nita Perwitasari
NIM: 16231029**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2019**

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

**PERBANDINGAN METODE ANALISIS PENENTUAN KADAR
KALSIUM KARBONAT PADA PLESTERAN DI BALAI
KONSERVASI BOROBUDUR MAGELANG**

**COMPARISON METHOD FOR DETERMINING OF
CALCIUM CARBONATE LEVELS IN RENDER COATING
AT BOROBUDUR MAGELANG CONSERVATION CENTER**



Disusun oleh:

Nita Perwitasari

NIM: 16231029

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

**PERBANDINGAN METODE ANALISIS PENENTUAN KADAR
KALSIUM KARBONAT PADA PLESTERAN DI BALAI
KONSERVASI BOROBUDUR MAGELANG**

Dipersembahkan dan disusun oleh:

Nita Perwitasari

NIM : 16231029

**Telah disetujui Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan
Program Studi DIII Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Pada tanggal 6 Agustus 2019**

Menyetujui,

Keua Program Studi

Pembimbing

**Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.
NIK. 132311102**

**Ganjar Fadillah, M.Si.
NIK. 182310101**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

**PERBANDINGAN METODE ANALISIS PENENTUAN KADAR
KALSIUM KARBONAT PADA PLESTERAN DI BALAI
KONSERVASI BOROBUDUR MAGELANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

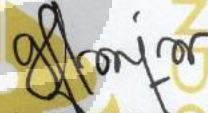
Nita Perwitasari

NIM: 16231029

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 27 Agustus 2019

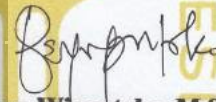
Susunan Tim Penguji

Pembimbing/penguji


Ganjar Fadillah, M.Si

NIK. 182310101

Penguji I


Bayu Wiyantoko, M.Sc

NIK. 132311101

Penguji II


Muhammin, M.Sc

NIK. 156141305

**Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA UIH**



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D

NIK 006120101

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Praktik Kerja Lapangan Ini tidak pernah terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Sains atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Saya memperbolehkan sebagian pengutipan karya ini sebagai materi praktikum setelah penerbitan karya ini.

Yogyakarta, 6 Agustus 2019

Penyusun,



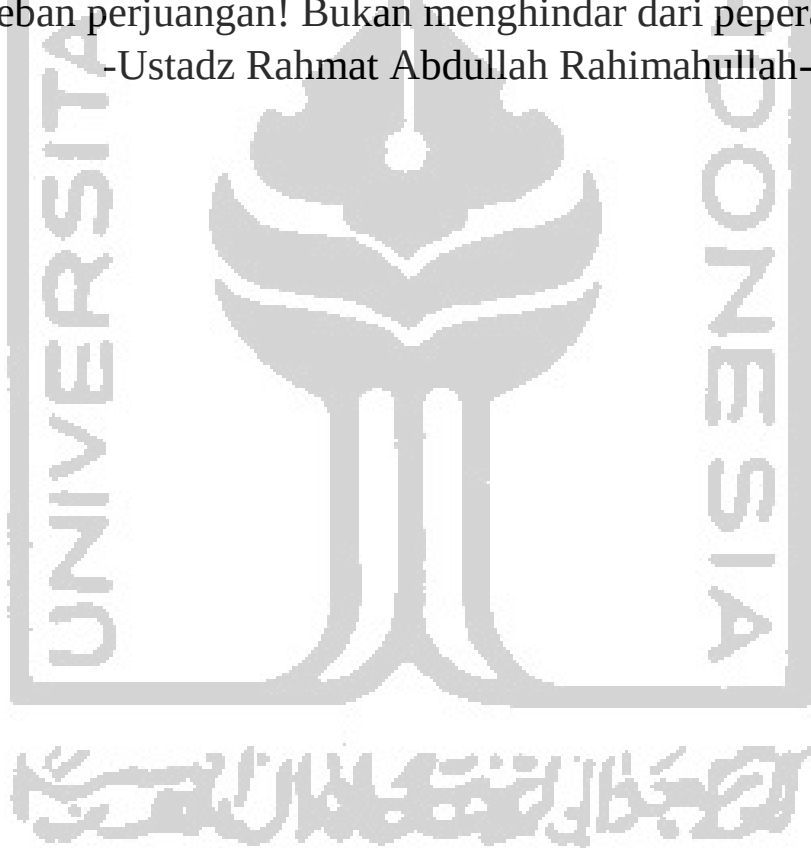
Nita Perwitasari

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan.”
(Al-Insyirah [94] : 6)

“Amanah terembankan kepada pundak yang semakin lemah,
bukan sebuah keluhan, ketidakterimaan, keputus asa-an,
terlebih surut ke belakang. Ini adalah awal pembuktian siapa
di antara kita yang beriman.... Orang-orang besar lahir karena
beban perjuangan! Bukan menghindari dari peperangan.”

-Ustadz Rahmat Abdullah Rahimahullah-



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin...

Sujud serta syukur kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas Rahmat dan Hidayah-Nya yang tak terhingga yang berlimpah sehingga memberikan saya kekuatan dan semangat dalam menuntut ilmu di program studi DIII Analisis Kimia FMIPA UII. Berkat kekuasaan-Nya saya dapat menyelesaikan studi dan laporan Tugas Akhir semaksimal mungkin untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Science (Amd.Si.).

Bapak, Ibu, dan Adik Saya yang Tercinta

Terimakasih atas dukungan, motivasi, dan usaha kalian untuk saya bisa bertahan di kampus, mengusahakan saya untuk bisa kuliah dengan usaha kalian. Bapak yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayangnya. Ibu yang saya sayangi yang merawatku dari kecil hingga saat ini, selalu memberikan asupan yang bergizi dan selalu kontrol aku dimanapun dan kapanpun, serta adikku Taufit dan Lingga yang sudah membantu saya untuk terus semangat dan jadi pribadi yang lebih dewasa.

Dosen dan Staff Program Studi DIII Analisis Kimia serta Almamater UII yang Saya Banggakan

Terimakasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada dosen-dosen dan staff program studi DIII Analisis Kimia yang banyak memberikan ilmunya untuk menuntun saya lebih banyak mengetahui banyak pengetahuan khususnya dibidang kimia terapan. Analisis Kimia Jaya...

Teman-Teman Seperjuangan Angkatan 2016 DIII Analisis Kimia

Teman seperjuanganku, yang selalu memberi dukungan, membantu dalam proses pembelajaran maupun dikala lagi kesusahan terimakasih atas segala yang kalian berikan selama 3 tahun ini. Semoga ukhuwah diantara kita akan terus erat hingga menuju jannah-Nya Aamiin..

Bapak dan Ibu di Balai Konservasi Borobudur Magelang

Terimakasih kepada pemimpin Balai Konservasi Borobudur Magelang yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL), serta kepada Bapak Yudi selaku pembimbing PKL terimakasih atas bimbingan, arahan, dan ilmunya selama saya melakukan Praktik Kerja Lapangan dan mas yudhi man widyo dan mbak yuyun yang telah banyak memberi arahan dan ilmunya untuk bisa melakukan pengujian di Balai Konservasi Borobudur Magelang.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim...

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi agung Muhammad SAW dan para sahabat yang senantiasa istiqomah menjalankan agama-Nya. Berkat pertolongan dan rahmat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktik kerja Lapangan yang menguraikan tentang “perbandingan metode analisis penentuan kadar kalsium karbonat pada plesteran di balai konservasi borobudur magelang.”

Laporan Praktik Kerja Lapangan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) pada Program Studi DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Selama proses penyusunan laporan ini penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program studi DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Reni Banowati Istiningrum, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Ganjar Fadillah, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan yang banyak memberi nasihat, perhatian, bimbingan dan saran. Semoga segala bantuan dan bimbingannya mendapat imbalan yang lebih baik disisi-Nya.

5. Dosen-dosen dan staff Program Studi DIII Analisis Kimia FMIPA UII atas semua bantuan dan ilmunya yang telah diberikan.
6. Bapak Yudi Suhartono, S.S.MA selaku pimpinan Balai Konservasi Borobudur atas penyediaan tempat untuk Praktik Kerja Lapangan.
7. Mas Yudi dan mbak Yuyun selaku pembimbing lapangan di Balai Pengujian Mutu Barang Jakarta yang memiliki andil besar dalam proses penelitian dan penyelesaian tugas akhir ini.
8. Seluruh analis dan karyawan laboratorium Balai Konservasi Borobudur Magelang yang telah membantu penulis dengan memberikan wawasan, arahan, dan nasihat selama melaksanakan Praktik Kerja Lapangan.
9. Kedua orang tua, saudara,teman-teman dan semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moral maupun spiritual serta telah membantu dalam proses pelaksanaan dan penyusunan laporan Praktik Kerja Lapangan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan arahan, bimbingan , kritik dan saran yang membangun demi terciptanya laporan yang lebih baik untuk kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun semua pihak yang terkait.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 6 Agustus 2019

Penulis

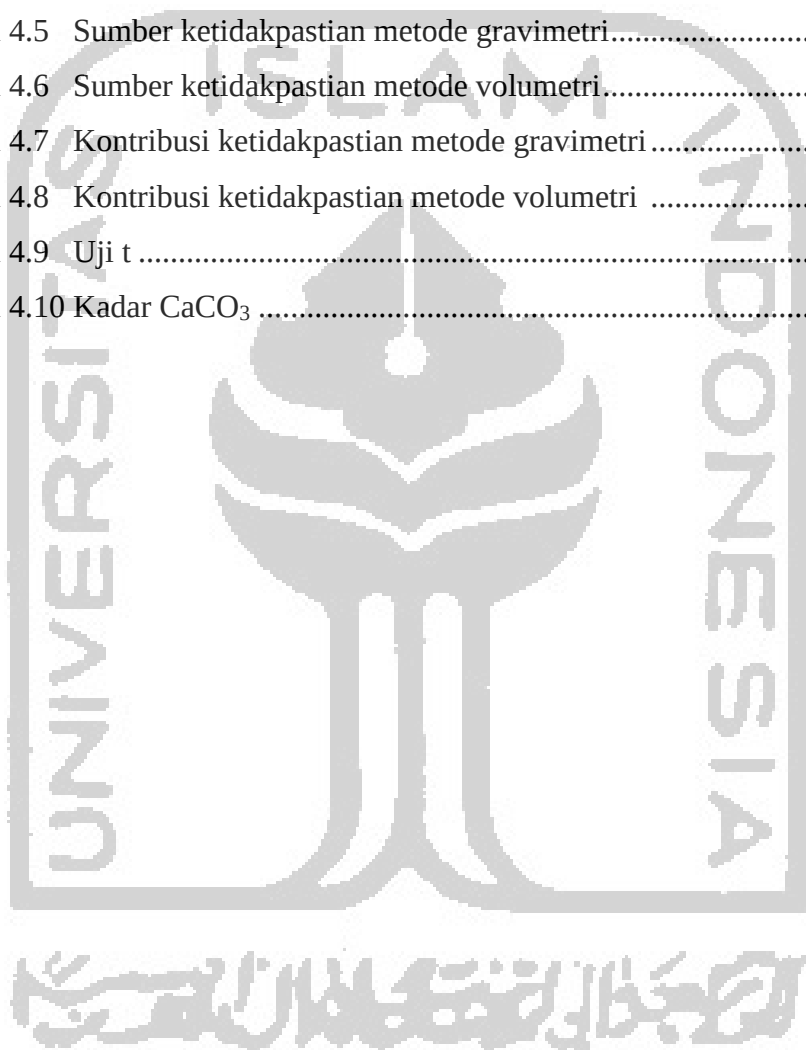
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Profil Singkat Balai Konservasi Borobudur	3
2.2 Sejarah Candi Borobudur	5
2.3 Batu Kapur dalam Plesteran	7
2.4 Titrasi	10
2.5 Analisis Gravimetri	12
2.6 Uji t	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Alat	15
3.2 Bahan	15
3.3 Cara Kerja	15
3.3.1 Preparasi sampel	15
3.3.2 Pembuatan larutan HCl 2N dan 0,25N	15

3.3.3 Pembuatan larutan NaOH 0,25N dan 1N.....	15
3.3.4 Penentuan CaCO_3 dengan gravimetri	16
3.3.5 Penentuan CaCO_3 dengan titrasi	16
3.3.6 Uji presisi	17
3.3.7 Uji t	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Preparasi Sampel	19
4.2 Penentuan CaCO_3 dengan gravimetri	19
4.3 Penentuan CaCO_3 dengan titrasi	21
4.4 Uji Presisi	22
4.5 Estimasi Ketidakpastian	23
4.6 Uji t	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	31

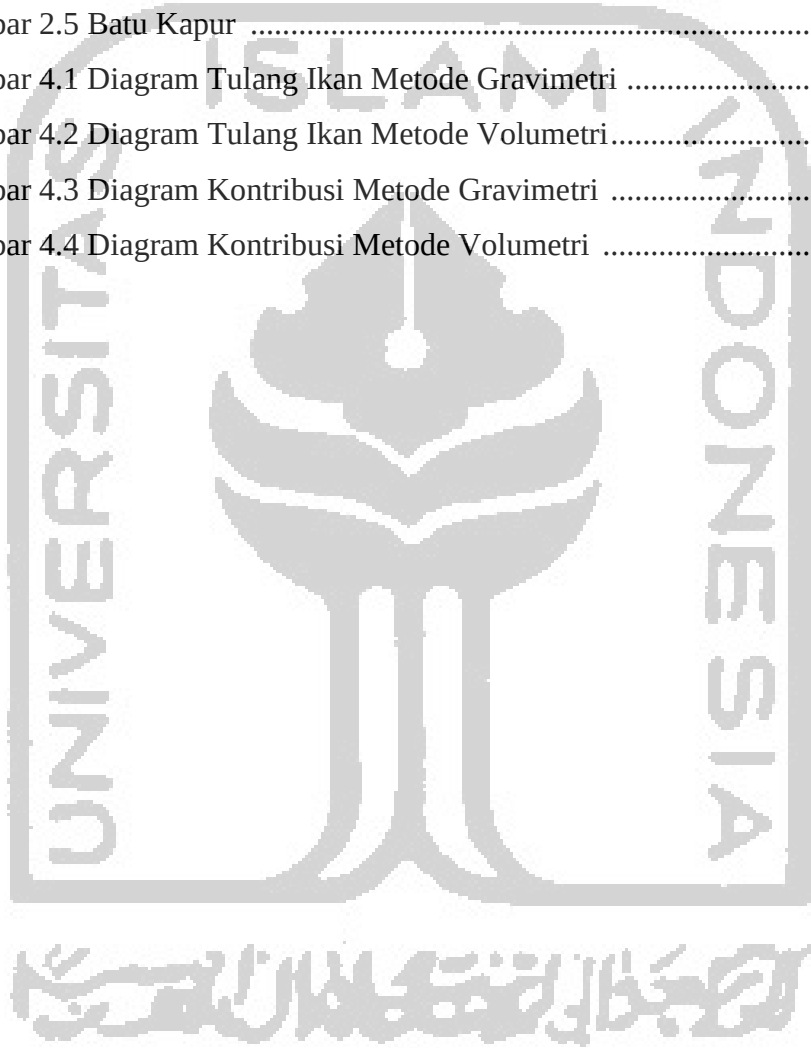
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Penetapan CaCO_3 dengan gravimetri	20
Tabel 4.2	Penetapan CaCO_3 dengan titrasi	21
Tabel 4.3	Penentuan presisi metode gravimetri	22
Tabel 4.4	Penentuan presisi metode volumetri	23
Tabel 4.5	Sumber ketidakpastian metode gravimetri.....	25
Tabel 4.6	Sumber ketidakpastian metode volumetri.....	25
Tabel 4.7	Kontribusi ketidakpastian metode gravimetri.....	26
Tabel 4.8	Kontribusi ketidakpastian metode volumetri	26
Tabel 4.9	Uji t	28
Tabel 4.10	Kadar CaCO_3	28



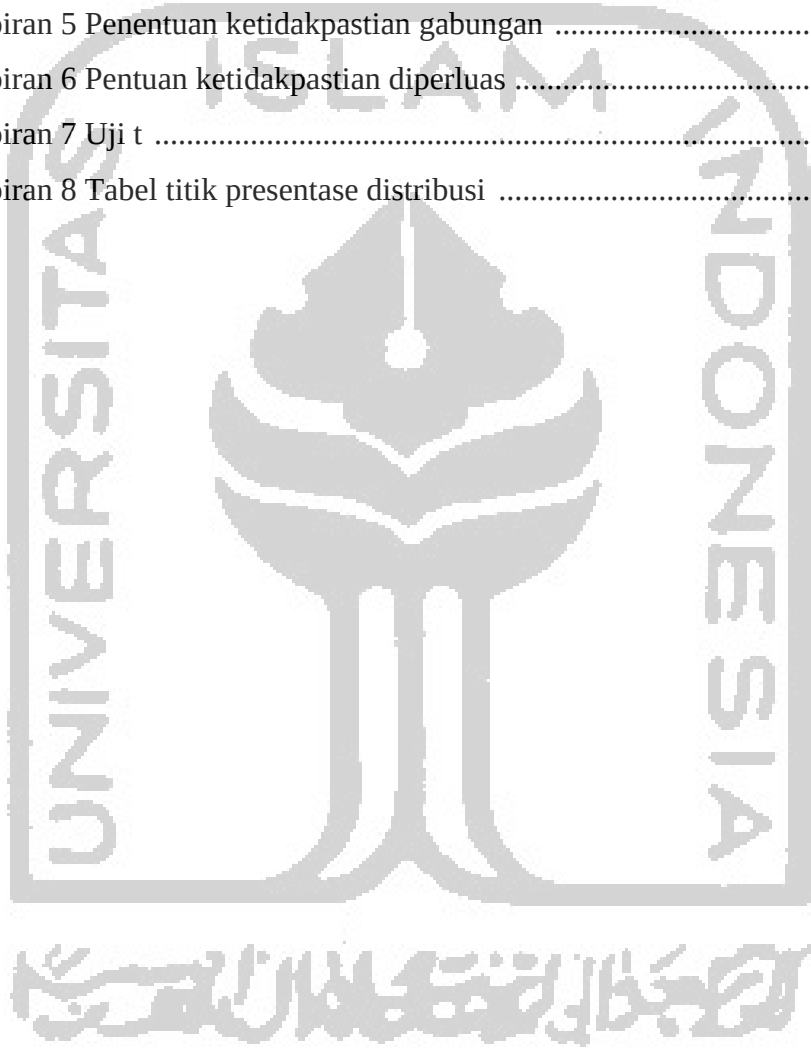
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Candi Borobudur	5
Gambar 2.2 Pemugaran Kesatu Candi Borobudur	7
Gambar 2.3 Pemugaran Kedua Candi Borobudur.....	7
Gambar 2.4 Setelah Pemugaran yang Dilakukan UNESCO.....	7
Gambar 2.5 Batu Kapur	8
Gambar 4.1 Diagram Tulang Ikan Metode Gravimetri	24
Gambar 4.2 Diagram Tulang Ikan Metode Volumetri.....	24
Gambar 4.3 Diagram Kontribusi Metode Gravimetri	27
Gambar 4.4 Diagram Kontribusi Metode Volumetri	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penentuan CaCO_3 dengan gravimetri	33
Lampiran 2 Penentuan CaCO_3 dengan titrasi	38
Lampiran 3 Penentuan presisi	40
Lampiran 4 Penentuan ketidakpastian baku pengukuran	42
Lampiran 5 Penentuan ketidakpastian gabungan	46
Lampiran 6 Penentuan ketidakpastian diperluas	48
Lampiran 7 Uji t	49
Lampiran 8 Tabel titik presentase distribusi	50



PERBANDINGAN METODE ANALISIS PENENTUAN KADAR KALSIUM KARBONAT PADA PLESTERAN DI BALAI KONSERVASI BOROBUDUR MAGELANG

Nita Perwitasari

Program Studi Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

Email : 16231029@students.uii.ac.id

INTISARI

Telah dilakukan penentuan kadar CaCO_3 pada plesteran dengan menggunakan metode volumetri dan metode gravimetri. Kalsium karbonat atau CaCO_3 ialah salah satu kapur pertanian yang digunakan untuk meningkatkan pH pada tanah, dalam tanah masam banyak ditemukan ion Al^{3+} yang bersifat masam karena air ion dapat menghasilkan H^+ . Kalsium merupakan kation yang sering dihubungkan dengan kemasaman tanah, karena dapat mengurangi efek kemasaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar CaCO_3 yang terkandung dalam plesteran. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar CaCO_3 dengan metode gravimetri yang diperoleh sebesar 27,31% sedangkan dengan metode volumetri diperoleh sebesar 16,65%. Hasil dari uji-t diperoleh nilai t-hitung sebesar 10,0702 dengan t-tabel diperoleh sebesar 1,78229. Hasil penentuan estimasi ketipakastian pada metode gravimetri didapatkan nilai sebesar 0,8089% sedangkan metode volumetri didapatkan nilai sebesar 0,3265%. Pada penentuan faktor koreksi atau faktor kesalahan terbesar terdapat pada presisi dengan nilai 100%.

Kata Kunci : plasteran, CaCO_3 , volumetri, gravimetri.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kalsium karbonat atau CaCO_3 adalah salah satu kapur pertanian yang digunakan untuk meningkatkan pH pada tanah, dalam tanah masam banyak ditemukan ion Al^{3+} yang bersifat masam karena air ion dapat menghasilkan H^+ . Kalsium merupakan kation yang sering dihubungkan dengan kemasaman tanah, karena dapat mengurangi efek kemasaman. Sumber utama pada kalsium tanah ialah kerak bumi yang didalamnya mengandung 3,6% Ca. Mineral utama yang banyak mengandung kalsium dan yang merupakan penyusun batuan sedimen antara lain kalsit (CaCO_3) dan dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] (Wahid, 2006).

Seperti yang telah diketahui bahwa batu kapur mengandung sebagian besar mineral kalsium karbonat yaitu sekitar 95%. Kandungan kalsium karbonat ini dapat berubah menjadi kalsium oksida dengan kalsinasi sehingga lebih mudah dimurnikan untuk mendapatkan kalsiumnya. Dengan cara ini batu kapur dapat dimanfaatkan dalam kesehatan yang diaplikasikan untuk penelitian di bidang medis untuk perkembangan dalam pembuatan biomaterial sehingga meningkatkan nilai ekonomis batu kapur itu sendiri (Gusti, 2008). Perlu dilakukannya analisis CaCO_3 dalam plesteran karena dari sifat batu kapur sendiri yaitu mudah mengeras dan memberi kekuatan mengikat pada suatu bangunan.

Titration ialah suatu metode yang digunakan untuk menentukan kadar suatu zat dengan menggunakan zat lain yang sudah diketahui konsentrasinya. Titration dapat dibedakan berdasarkan jenis reaksi yang terlibat di dalam proses titration, antara lainnya yaitu titration asam basa bila melibatkan reaksi asam basa, bila melibatkan reaksi reduksi oksidasi disebut sebagai titration redoks, bila melibatkan pembentukan reaksi kompleks disebut sebagai titration kompleksometri dan lain sebagainya. Kalsium karbonat (CaCO_3) dapat ditentukan dengan menggunakan metode titration karena batu kapur merupakan batuan sedimen yang tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit, batu kapur kebanyakan

merupakan batuan sedimen organik. Selain menggunakan metode titrasi penentuan CaCO_3 dapat ditentukan dengan menggunakan metode gravimetri.

Analisis gravimetri adalah proses isolasi dan pengukuran berat suatu unsur atau senyawa tertentu (Khopkar,1990). Analisis gravimetri dilakukan apabila kadar analit yang terdapat dalam sampel relatif besar sehingga dapat diendapkan dan ditimbang. Apabila kadar analit dalam sampel hanya berupa unsur pelarut, maka metode gravimetri tidak mendapat hasil yang teliti. Sampel yang dapat dianalisis dengan metode gravimetri berupa sampel padat maupun cair.

1.2. Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah yang dikaji pada penelitian ini adalah :

1. Berapa kadar CaCO_3 yang terkandung dalam plesteran dengan metode analisis volumetri dan metode analisis gravimetri ?
2. Bagaimana hasil akhir pengujian dari perbandingan metode gravimetri dengan metode volumetri ?

1.3. Tujuan

1. Mengetahui kadar CaCO_3 pada plesteran dengan metode analisis volumetri dan metode analisis gravimetri
2. Mengetahui nilai beda dari perbandingan metode gravimetri dengan metode volumetri

1.4. Manfaat

Adapun manfaat dari hasil pengujian ini yaitu diharapkan dapat memberikan manfaat untuk dapat menjadi penerapan di laboratorium. Manfaat untuk peneliti yaitu dapat digunakan sebagai perbandingan suatu metode yang akan dilakukan, manfaat untuk institut yaitu sebagai pembelajaran/pengetahuan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Balai Konservasi Borobudur

Balai Konservasi Borobudur adalah unit pelaksana teknis kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di bidang konservasi dan pelestarian Candi Borobudur yang berada dibawah tanggung jawab kepada Direktur Jenderal Kebudayaan yang dipimpin oleh kepala. Untuk menangani Candi Borobudur yang telah selesai pemugaran memerlukan peraawatan, pengamata dan penelitian terus menerus. Oleh karena itu, pada tahun 1991 berdirilah Balai Studi da Konservasi Borobudur. Tahun 2006 berdasarkan peraturan Menteri Kebudayaan dan Pariwisata Nomor : PM.40/OT.001/MKP-2006 tanggal 7 September 2006 berubah nama menjadi Balai Konservasi Peninggalan Borobudur. Tahun 2011 bidang kebudayaan kembali bergabung ke dalam Kementerian Pendidikan Nasional yang kini menjadi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, berdasarkan peraturan menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 55 Tahun 2012 kembali berubah nama menjadi Balai Konservasi Borobudur Studies. Fungsi dari Balai Konservasi Borobudur Studies sebagai pusat pendidikan dan pelatihan tenaga teknis dalam bidang konservasi dan pemugaran. Fasilitas pendukung dan tenaga teknis konservasi yang menguasai bidang pelestarian, khususnya pemugaran dan konservasi, mengantarkan Balai Konservasi Borobudur menjadi pelaksana pelatihan tenaga teknis konservasi dan pemugaran untuk institusi tingkat nasional dan internasional. Balai Konservasi borobudur juga membantu konservasi peninggalan sejarah dan purbakala di seluruh Indonesia, bahkan dinegara Asia Tenggara.

Berdasarkan peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 29 Tahun 2015 yang ditetapkan pada tanggal 27 Oktober 2015, Balai Konservasi Borobudur mempunyai tugas melaksanakan konservasi dan pelestarian Candi Borobudur dan kawasan cagar budaya Borobudurr. Untuk menyelenggarakan tugas tersebut Balai Konservasi Borobudur mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Pelaksanaan kajian konservasi terhadap aspek teknik sipil, arsitektur, geologi, biologi, kimia, dan arkeologi Candi Borobudur dan cagar budaya lainnya
2. Pelaksanaan pengamanan, pemeliharaan, dan pemugaran Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon, dan kawasan cagar budaya Borobudur
3. Pelaksanaan pengembangan dan pemanfaatan Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon, dan kawasan cagar budaya Borobudur
4. Pelaksanaan dokumentasi dan publikasi Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon, dan kawasan cagar budaya Borobudur
5. Pelaksanaan kemitraan di bidang konservasi dan pelestarian Candi Borobudur, Candi Mendut, Candi Pawon, dan kawasan cagar budaya Borobudur
6. Pelaksanaan pengembangan metode dan teknik
7. Pelaksanaan urusan ketatausahaan Balai Konservasi Borobudur

Balai Konservasi Borobudur memiliki laboratorium kimia, mikrobiologi, fisik/petrografi, dan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan laboratorium lapang. Keberadaan laboratorium ini untuk mengembangkan berbagai metode konservasi dan kajian konservasi baik dari batu, bata, kayu, dan lainnya. Selain itu juga digunakan untuk uji coba bahan konservasi sebagai bahan pengganti yang lebih aman, efektif dan efisien. Bahan-bahan yang telah diuji direkomendasikan untuk pelaksanaan konservasi benda cagar budaya di Indonesia.

Balai Konservasi Borobudur melakukan kemitraan dengan berbagai universitas dan institusi lain baik dari Indonesia maupun luar negeri. Beberapa kerjasama kemitraan dilakukan seperti membantu pelaksanaan analisis sampel, tempat pemagangan mahasiswa yang sedang melaksanakan penelitian, maupun kerja sama pengembangan metode dan teknik konservasi dengan Negara lain. Dalam pelaksanaan kajian/studi bidang konservasi, teknik sipil, arsitektur, geologi, biologi, kimia, dan areologi dilingkungan Candi Borobudur melakukan kerja sama dengan melibatkan beberapa pakar dari universitas-universitas di Indonesia sebagai nara sumber. Selain itu Balai Konservasi Borobudur melaksanakan pelatihan tenaga teknis konservasi, pemugaran, dokumentasi, dan satuan pengamanan cagar budaya secara rutin. Balai Konservasi Borobudur juga mengelola berbagai arsip foto, gambar, buku, dan lainnya pada masa pemugaran

Candi Borobudur yang kedua dan untuk upaya pelestarian Candi Borobudur melaksanakan kegiatan monitoring Candi Borobudur secara kontinyu.

2.2 Sejarah

Candi borobudur merupakan candi budha yang terletak di desa Borobudur Kabupaten Magelang Jawa Tengah dan salah satu peninggalan paling bersejarah yang ada di Indonesia. Candi Borobudur merupakan candi terbesar ke dua setelah candi ankor Wat di Kamboja (Jeffry,2012). Candi borobudur memiliki banyak keistimewaan, candi borobudur juga memiliki koleksi relief budha terlengkap di dunia, uniknya letak Candi Borobudur ini dikelilingi oleh beberapa gunung yang ada dipulau Jawa yakni gunung merbabu, gunung merapi, gunung sumbing, dan gunung sindoro (Pratama, 2014). Keindahan dan kemegahan Candi Borobudur menjadi magnet tersendiri baik bagi para pelajar yang tertarik dengan sejarah pada reliefnya hingga sebagai tempat rekreasi keluarga dari seluruh penjuru Indonesia. Candi Borobudur merupakan mahakarya agung, sebuah monumen Budha terbesar di dunia yang telah diakui UNESCO. Monumen ini dibangun sebagai tempat suci agama budha berdasarkan model alam semesta. Pada masa tersebut Candi Borobudur sering digunakan sebagai tempat ziarah umat manusia. Hingga kini Candi Borobudur masih sering digunakan sebagai tempat ziarah umat Budha yang setiap tahunnya datang dari seluruh pelosok Indonesia untuk berkumpul merayakan hari Trisuci Waisak. Candi borobudur ini merupakan contoh puncak pencapaian keselarasan teknik arsitektur dan estetika seni rupa warisan kejayaan Dinasti Budha di Indonesia (Putro, 2014). Berikut merupakan gambar dari bangunan candi borobudur :



Gambar 2.1. Candi Borobudur (sumber : www.google.co.id)

Waktu pembangunan candi borobudur diperkirakan memakan waktu sekitar satu abad, antara 750-847 M dalam tiga generasi kerajaan Budha Wangsa Syailendra. Pembangunan ini dimulai pada masa Maharaja Dananjaya yang bergelar Sri Sanggramadananjaya, dilanjutkan oleh putranya Samarattunga, dan diselesaikan oleh cucu perempuannya Sang Dyah Pramodhawardhani. Pembangunan tersebut diperkirakan berjalan selama 75-100 tahun lamanya.

Pada permulaan abad ke-18 disebutkan dalam Badad Tanah Jawa bahwa Mas Dana yang memberontak kepada Pakubuwana I (1709-1710), ia ditangkap di gunung borobudur. Lima tahun kemudian (1757-1758) seorang sultan dari Yogyakarta melakukan perjalanan ke Borobudur untuk melihat 1000 patung (Soediman, 1968). Candi Borobudur merupakan model alam semesta dan dibangun sebagai tempat suci untuk memuliakan Budha sekaligus berfungsi sebagai tempat ziarah untuk menuntun umat Budha berlatih dari alam nafsu duniawi menuju pencerahan dan kebijaksanaan sesuai ajaran Budha (Pratama, 2014).

Nama Borobudur berasal dari kata “boro” dan “budur”. Boro berasal dari bahasa sansekerta yang berarti kompleks “candi, biara, atau asrama”. Sedangkan kata budur menunjukkan pada bahasa Bali, “beduhur” yang berarti “diatas” (Soediman, 1968). Berdasarkan prasasti Kayumwungan, Borobudur adalah sebuah biara yang mengandung berlipat-lipat kebijakan Sugata atau Budha. Namun istilah biara ini terasa janggal bila difahami mengikuti pengertian tentang sebuah biara sebagaimana dikenal umum sekarang. Borobudur tegasnya adalah sebuah struktur tempat Budha Sakyamuni tinggal selama berada di dalam rahim ibunya. Struktur itu berbentuk sebagai hasil dari berlipat-lipat kebijakan Budha Sakyamuni (Gunawan, 2004).

Pemugaran pertama candi borobudur berlangsung pada tahun 1907-1911, stabilitas Borobudur berada dalam keadaan genting ketika restorasi pertama pemerintahan Hindia Belanda. Insinyur yang ditugaskan untuk mengikutisebuah pendekatan konservasi yang modern pada saat itu dan mengacu pada penghormatan tinggi terhadap kaslian monumen.

Pemugaran kedua pada tahun 1973-1982 dilakukan oleh UNESCO bekerjasama dengan pemerintah Indonesia bersama dengan para ahli nasional dan internasional. Pemugaran ini merupakan proyek berskala besar yang memperkenalkan teknologi canggih. Bagian-bagian besar dari candi dibongkar, struktur diperkuat dengan elemen beton dan sistem drainase internal diperkenalkan. Seluruh blok batu dibersihkan dan diawetkan sebelum dipasang kembali.



Gambar 2.2. Pemugaran pertama Candi Borobudur



Gambar 2.3. Pemugaran kedua candi Borobudur

Setelah pemugaran oleh UNESCO :



Gambar 2.4. Setelah pemugaran yang dilakukan UNESCO

(sumber : www.google.co.id)

2.3 Batu Kapur dalam plesteran

Plesteran adalah lapisan yang digunakan untuk menutupi suatu bidang bangunan agar tingkat kekuatannya lebih kokoh. Plesteran merupakan campuran dari semen pasir dan air yang digunakan untuk melapisi dinding tembok maupun lantai. Plesteran dilakukan untuk mendapat pertambahan kekuatan baik lantai

ataupun dinding, selain itu untuk memperoleh kerapian dan keindahan. Plesteran memiliki fungsi sebagai melindungi dinding dari cuaca yang panas karena muncul sengatan sinar matahari maupun dari ketika hujan turun, selain itu dengan ditutupnya dinding menggunakan plesteran maka kekuatannya akan bertambah besar sehingga dinding tersebut akan bertambah kuat dan kokoh.

Batu kapur merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Lukman et al, 2012). Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah argonite (CaCO_3) yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO_3) (Sucipto et al, 2007).

Batu kapur merupakan CaCO_3 yang mengandung banyak kalsium karbonat yang sering ditemukan di Indonesia (Lukman et al, 2012). Mineral karbonat yang berasosiasi dengan batu kapur adalah argonite (CaCO_3) yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO_3) (Sucipto et al, 2007).



Gambar 2.5. Batu Kapur

(sumber : www.google.co.id)

Kalsium karbonat merupakan garam kalsium yang terdapat pada kapur, batu kapur, pualam. Kalsium karbonat berupa serbuk, putih, tidak berbau, tidak berasa, stabil diudara, praktis tidak larut dalam air, kelarutan dalam air meningkat dengan adanya sedikit garam amonium atau karbon dioksida. Larut dalam asam nitrat dengan membentuk gelembung gas, salah satu sifat kimia dari kalsium karbonat dapat menetralkan asam (Harvey, 2000).

Kalsium karbonat adalah mineral inorganik yang dikenal tersedia dengan harga murah secara komersial. Sifat fisis kalsium karbonat seperti morfologi, fase, dan distribusi ukuran harus dimodifikasi menurut bidang pengaplikasiannya. Bentuk morfologi dan fase kalsium karbonat (CaCO_3) terkait dengan kondisi sintesis seperti, konsentrasi reaktan, suhu, waktu aging dan zat adiktif alam (Kiborga dan Oner, 2013). Kalsit (CaCO_3) merupakan fase yang paling stabil dan banyak digunakan dalam industri cat, kertas, magnetic recording, industri tekstil, detergen, plastik, dan kosmetik (Lailiyah et al, 2012).

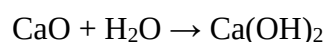
Seperti yang diketahui bahwa batu kapur mengandung sebagian besar mineral kalsium karbonat yaitu sekitar 95%. Kandungan kalsium karbonat ini dapat berubah menjadi kalsium oksida dengan kalsinasi sehingga lebih mudah dimurnikan untuk mendapatkan kalsiumnya. Dengan cara ini, batu kapur dapat dimanfaatkan dalam sektor kesehatan, yakni dalam aplikasi klinis untuk penelitian dibidang medis dan untuk perkembangan dalam pembuatan biomaterial sehingga meningkatkan nilai ekonomis batu kapur itu sendiri (Gusti, 2008).

Batu kapur yang kandungan utamanya CaCO_3 yang pada dasarnya berwarna putih dan umumnya sering dijumpai pada batu kapur, kalsit, marmer, dan batu gamping. Selain itu kalsium karbonat juga banyak dijumpai pada staklaktit dan stalagmit yang terdapat di sekitar pegunungan (Malinda, 2015).

Siklus kalsium karbonat terjadi diawali dari kalsium karbonat yang terdapat pada kerak bumi. Tahap pertama pada siklus ini ialah ketika siklus kalsium karbonat mengalami dekomposisi termal menjadi kapur (CaO) dengan hasil sampingan berupa gas karbondioksida (CO_2). Hal ini dapat dilihat pada reaksi dibawah ini :

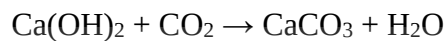


Hasil reaksi dekomposisi CaCO_3 yaitu CaO masuk kedalam air, terjadi reaksi kimia terlihat dari kapur yang melarut pada air melalui reaksi formation n water .



Pada reaksi tersebut dapat dilihat kalsium oksida bereaksi dengan air dan membentuk larutan baasa kalsium hidroksida. Kalsium hidroksida mudah larut dalam air, jika terjadi pembuatan kalsium hidroksida terus menerus yang

membuat konsentrasi dari larutan tersebut naik dan akan terbentuk suspensi kalsium hidroksida. Larutan kalsium hidroksida mampu bereaksi dengan uara tepatnya dengan karbondioksida yang kembali menghasilkan kalsium karbonat dengan hasil sampingan air yang mudah dipisahkan.



Dari reaksi diatas dapat ditandai larutan kapur yang mengering kembali (Krisna, 2015)

2.4 Titrasi

Titration asam basa dikenal menggunakan dua metode, yaitu metode asidimetri dan metode alkalimetri. Asidimetri yaitu apabila yang digunakan sebagai titran adalah larutan baku asam dan alkalimetri apabila yang digunakan sebagai titran adalah larutan asam. Titrasi merupakan salah satu metode kimia untuk dapat menentukan konsentrasi suatu larutan dengan cara mereaksikan sejumlah volume larutan itu terhadap sejumlah volume larutan lain yang konsentrasinya itu sudah diketahui. Larutan yang konsentrasinya ditambahkan beberapa tetes indikator, setelah itu ditetesi dengan larutan yang sudah diketahui konsentrasinya. Titik akhir titration ialah tepat pada saat terjadi sebuah perubahan warna indikator. Titrasi yang melibatkan reaksi asam serta basa disebut dengan titration asam-basa. Titrasi terdapat dua jenis titration asam-basa yaitu asidimetri (penentuan konsentrasi larutan basa dengan menggunakan larutan baku asam) serta alkalimetri (penentuan konsentrasi larutan asam dengan menggunakan larutan baku basa). Pada penelitian ini digunakannya titration asam basa.

Titration asam-basa merupakan cara yang tepat dan mudah untuk menentukan jumlah senyawa yang bersifat asam dan basa. Asam dan basa organik dan anorganik dapat dititrasi dalam larutan berair, tetapi sebagian senyawa itu terutama senyawa organik tidak larut dalam air. Umumnya senyawa organik dapat larut dalam pelarut organik karena itu senyawa organik itu dapat ditentukan dengan titration asam basa dalam pelarut inert. Untuk menentukan asam digunakan larutan baku asam kuat misalnya HCl, sedangkan untuk menentukan basa digunakan larutan basa kuat misalnya NaOH. Titik akhir itration biasanya

ditetapkan dengan bantuan perubahan indikator asam basa yang sesuai (Rivai, 1990).

Titrasi asam basa merupakan salah satu metode analisis kuantitatif untuk menentukan konsentrasi dari suatu zat yang ada dalam larutan. Keberhasilan dalam titrasi asam basa sangat ditentukan oleh kinerja indikator yang mampu menunjukkan titik akhir dari titrasi. Indikator merupakan suatu zat yang ditambahkan ke dalam larutan sampel sebagai penanda yang menunjukkan telah terjadinya titikakhir titrasi pada analisis volumetrik. Suatu zat dapat dikatakan sebagai indikator titrasi asam basa jika dapat memberikan perubahan warna sampel seiring dengan terjadinya perubahan warna sampel seiring dengan terjadinya perubahan konsentrasi ion hidrogen atau perubahan pH (Day dan Underwood, 1986).

Titrasi asam basa melibatkan asam maupun basa sebagai titran, kadar larutan asam ditentukan dengan menggunakan larutan basa ataupun sebaliknya. Untuk mengetahui kapan penambahan larutan standar itu harus dihentikan, digunakan suatu zat yang biasanya berupa larutan yang disebut dengan larutan indikator yang ditambahkan dalam larutan yang di uji sebelum penetesan larutan uji dilakukan. Larutan indikator ini menanggapi munculnya kelebihan larutan uji dengan perubahan warna. Perubahan warna ini dapat atau tidak dapat tepat pada titik kesetaraan. Titrasi asam basa pada saat indikator berubah warna disebut titik akhir. Tentu saja diinginkan agar titik akhir ini sedekat mungkin ke titik kesetaraan, dengan memilih indikator untuk menghimpitkan kedua titik itu merupakan salah satu aspek penting dari analisis titrasi asam basa. Umumnya larutan uji adalah larutan standar elektrolit kuat, seperti natrium hidroksida dan asam klorida (Sujono, 2003).

Perubahan warna harus terjadi dengan mendadak agar tidak ada keraguan tentang kapan titrasi harus dihentikan. Dalam titrasi ada pula yang tidak menggunakan indikator sebagai petunjuk titik akhir titrasi, hal ini mungkin karena zat asalnya yang berwarna dan memiliki perbedaan warna pada awal titrasi dengan warna akhir titrasi yang cukup mencolok. Sebagai contoh pada titrasi

permanganometri yang memiliki larutan berwarna ungu dengan merah muda pucat pada saat akhir titrasi (Raymond, 2004).

Indikator asam basa ialah zat yang dapat berubah warna apabila pH lingkungannya berubah. Apabila dalam suatu titrasi asam maupun basanya merupakan elektrolit kuat, larutan pada titik ekuivalen akan mempunyai pH 7. Bila asamnya ataupun basanya merupakan elektrolit lemah, garam yang terjadi akan mengalami hidrolisis dan pada titik ekuivalen larutan akan mempunyai pH > 7 atau pH < 7 . Harga pH yang tepat dapat dihitung dari tetapan ionisasi dari asam atau basa lemah tersebut dan dari konsentrasi larutan yang diperoleh. Titik akhir titrasi asam basa dapat ditentukan dengan indikator asam basa (Harjanti, 2008).

2.5 Analisis Gravimetri

Analisis gravimetri merupakan analisis dengan proses isolasi dan pengukuran berat suatu unsur atau senyawa tertentu. Transformasi unsur atau radikal ke senyawa murni stabil yang dapat segera diubah menjadi bentuk yang dapat ditimbang dengan teliti merupakan bagian terbesar dari penentuan secara analisis gravimetri. Berat unsur dapat dihitung berdasarkan rumus senyawa dan berat atom unsur-unsur yang menyusunnya. Pemisahan unsur-unsur atau senyawa-senyawa yang dikandung dilakukan dengan beberapa cara seperti : metode pengendapan, metode penguapan, metode elektroanalisis, atau metode lainnya (Khopkar, 1990).

Analisis gravimetri merupakan analisis yang menentukan jumlah suatu zat yang berdasarkan pada penimbangan setelah bahan yang dianalisis terjadi reaksi. Hasil reaksi ini didapat dari sisa bahan suatu gas yang terjadi, atau endapan yang terbentuk dari bahan yang dianalisis. Analisis gravimetri dibedakan menjadi dua macam yaitu endapan yang terbentuk dari reaksi antara zat dengan suatu pereaksi, dan juga endapan yang terbentuk secara elektrokimia.

Pengendapan dilakukan sedemikian rupa untuk memudahkan suatu proses pemisahannya. Hal penting yang perlu diperhatikan adalah endapan yang memiliki kelarutannya sangat kecil dan dapat dipisahkan dari larutannya dengan filtrasi, dapat dicuci untuk menghilangkan pengotor ukuran partikelnya cukup

besar serta endapan dapat diubah menjadi zat murni dengan komposisi kimia tertentu (Khopkar, 1990).

Metode gravimetri adalah suatu metode analisis secara kuantitatif yang berdasarkan pada prinsip penimbangan. Analisis gravimetri digunakan pada beberapa bidang diantaranya untuk mengetahui suatu spesies senyawa dan kandungan-kandungan unsur tertentu/ molekul dari suatu senyawa murni yang diketahui berdasarkan pada perubahan berat. Analisis kandungan air didalam CO₃ dengan metode gravimetri menggunakan alat oven. Pelepasan air ini sangat tergantung pada suhu dan waktu (Okdayani, 2010).

Analisis gravimetri merupakan cara yang teliti untuk menentukan komponen-komponen utama dan tambahan dalam sampel. Terkadang metode analisis ini dipakai untuk menguji kebenaran berbagai metode instrumental yang kini banyak dipakai sebagai pengganti analisis gravimetri dalam berbagai analisis rutin. Metode ini terdiri dari isolasi analit dalam bentuk stoikiometri tertentu dan dapat ditentukan beratnya. Prosedur pengerjaan yang umum di pakai adalah mengendapkan analit dari larutan dalam bentuk senyawa yang sedikit larut, dengan penambahan reagen atau pereaksi yang sesuai. Endapan dipisahkan secara filtrasi, dicuci untuk menghilangkan zat pengotor yang terkopresipitasi, kemudian dikeringkan, dan ditimbang (Tim Analitik, 2014).

2.6 Uji T

Uji t adalah salah satu uji yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan (menyakinkan) dari dua mean sampel (dua buah variabel yang dikomparasikan) (Ridwan, 2006). Uji t merupakan uji statistik yang sering dijumpai dalam masalah kecil statistika. Uji t merupakan dalam golongan statistika parametrik, statistik uji ini digunakan dalam pengujian hipotesis. Penggunaan uji t yakni ketika nilai varian suatu populasi tidak diketahui. Uji t sendiri terdiri dari uji t yang digunakan untuk pengujian 1 sampel dan uji t yang digunakan untuk pengujian 2 sampel. Uji t dengan dua sampel dibagi menjadi dua yaitu uji t untuk sampel bebas (*independent*) dan uji t untuk sampel berpasangan (*paired*) (Ridwan, 2006).

Uji beda rata-rata memiliki konsep berdasarkan perbandingan nilai rata-rata dengan rentang kepercayaan tertentu dari dua populasi. Pengujian dua rata-rata juga didasarkan pada prinsip perbedaan variasi kedua kelompok data. Sehingga dalam pengujian diperlukan informasi terkait kecocokan varian kedua kelompok yang diuji termasuk sama atau tidak. Pengaruh varian kedua kelompok data menyebabkan perbedaan nilai standar error dan rumus pengujiannya. Syarat penggunaan uji t yang harus dilakukan yakni data harus terdistribusi normal (Reni dan Kuntari, 2017).

Dependent T-test ialah pengujian terkait ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara nilai variabel dari dua sampel yang saling berkaitan (sugiyono, 2009). Dependent t-test sendiri memiliki fungsi guna membandingkan rata-rata dua kelompok data yang saling berkaitan, menguji efektifitas suatu perlakuan terhadap suatu besaran variabel yang ingin ditentukan misalkan untuk mengetahui efektifitas metode penyuluhan terhadap peningkatan pengetahuan dari responden (Ridwan, 2009).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain oven, *muffle furnace*, neraca analitik, spatula, *hot plate*, dan alat gelas (pipet ukur 2 mL; 25 mL; 10mL, pipet tetes, labu ukur 50 mL; erlenmeyer 50 mL, pengaduk kaca, corong gelas, buret, statip dan klem, pro-pipet, cawan platina, gelas beker).

3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain plesteran, HCl 0,50 N dan 2 N, indikator PP, NaOH 0,25 N.

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Preparasi sampel

Sampel plesteran dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan lumpang dan alu kemudian di disaring dengan penyaring yang memiliki urkunan 45nm. Sampel kemudian masing-masing ditimbang 1 gram untuk metode gravimetri dan 0,5 untuk metode titrasi.

3.3.2 Pembuatan larutan HCl 2 N dan, 0,25 N

Asam klorida 37% dipipet sebanyak 82,89 mL. Asam klorida tersebut dilarutkan dengan akuades dalam labu ukur 500 mL dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan HCl 2 N. Asam klorida 2 N dipipet sebanyak 125 mL. Asam klorida tersebut dilarutkan dengan akuades dalam labu ukur 500 mL, sehingga diperoleh HCl 0,50 N.

3.3.3 Pembuatan larutan NaOH 0,25 N

Natrium hidroksida ditimbang sebanyak 2,5 gram. Natrium hidroksida tersebut dilarutkan dengan akuades. Larutan tersebut kemudian diencerkan hingga 250 mL menggunakan akuades dan dihomogenkan, sehingga diperoleh larutan NaOH 0,25 N.

3.3.4 Penentuan CaCO_3 dengan Gravimetri

Beker yang berisi HCl 2 N sebanyak 20 mL ditimbang sebagai masa awal, kemudian ditambahkan sampel plesteran kedalam beker yang berisi larutan HCl 2 N kemudian diaduk hingga terjadinya reaksi berupa buih-buih kecil berwarna putih. Larutan tersebut kemudian ditimbang setelah terjadi reaksi sebagai masa akhir. Penentuan kadar kalsium karbonat dalam sampel plesteran ditentukan dengan persamaan 1 sampai 4, sehingga diperoleh kadar kalsium karbonat sampel dalam plesteran.

Penentuan massa CO_2 menggunakan persamaan 1:

$$\text{Massa CO}_2 = (x - s) - y \dots\dots\dots(1)$$

Penentuan mol CO_2 menggunakan persamaan 2:

$$\text{mol CO}_2 = \frac{\text{gram CO}_2}{\text{Mr CO}_2} \dots\dots\dots(2)$$

Penentuan massa CaCO_3 menggunakan persamaan 3:

$$\text{Massa CaCO}_3 = \text{mol} \times \text{Mr CaCO}_3 \dots\dots\dots(3)$$

Penentuan kadar CaCO_3 menggunakan persamaan 4:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{m \text{CaCO}_3}{s} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

$m \text{CaCO}_3$ = massa CaCO_3 (g)

S = massa sampel (g)

X = massa beker+HCl (g)

Y = massa beker+HCl+sampel setelah reaksi (g)

3.3.5 Penentuan CaCO_3 dengan titrasi

Sampel plesteran ditimbang sebanyak 0,5 gram, dan ditambahkan larutan HCl 0,50 N sebanyak 50 mL. Penetapan blanko dipipet 50 mL HCl 0,50 N lalu dimasukkan dalam beker dan dipanaskan menggunakan *hot plate* baik sampel maupun blanko selama 10 menit. Larutan tersebut didinginkan dan diencerkan hingga 100 mL pada labu ukur 100 mL menggunakan akuades dan dihomogenkan. Larutan yang telah diencerkan diambil 10 mL baik contoh maupun blanko masukkan dalam erlenmeyer lalu ditambahkan indikator PP dan dititrasi dengan NaOH 0,25 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah

muda. Penentuan kadar kalsium karbonat dalam sampel plesteran ditentukan dengan menggunakan persamaan rumus 5 dan 6, sehingga diperoleh kadar kalsium karbonat dalam sampel plesteran.

Penentuan N NaOH menggunakan persamaan 5:

$$N \text{ NaOH} = \frac{10 \times 0,25}{V_b} \dots\dots\dots(5)$$

Penentuan kadar CaCO_3 (%) menggunakan persamaan 6:

$$\text{CaCO}_3 = \frac{(V_b \times V_c) \times N \text{ NaOH} \times 50}{m \text{ sampel (mg)}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

V_b = Volume titrasi blanko (mL)

V_c = Volume titrasi (mL)

50 = berat setara CaCO_3

m = Massa sampel (mg)

10 = volume larutan HCl yang dipipet (mL)

0,25 = N HCl yang diencerkan

N = normalitas NaOH

3.3.6 Presisi

Presisi merupakan nilai yang menunjukkan kedekatan antara hasil uji satu dengan uji lainnya. Penentuan presisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan rumus 7, 8 dan 9, sehingga diperoleh presisi atau kedekatan dalam pengukuran.

Penentuan Presisi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Penentuan CV Horwitz

$$CV \text{ Horwiz} = 2^{(1-0,5 \log C)} \dots\dots\dots(9)$$

3.3.7 Uji t

Uji t adalah salah satu uji yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan (menyakinkan) dari dua rata-rata sampel (dua buah variabel yang dikomparasikan) (Ridwan, 2006). Penentuan uji t dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan rumus 10, 11 dan 12, sehingga diperoleh hasil perbandingan metode. Nilai t hitung ditentukan dengan persamaan 10:

$$S = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)} \dots\dots\dots(10)$$

dengan menggunakan persamaan 11:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots\dots\dots(11)$$

$$db = n_1 + n_2 - 2$$

keterangan :

$\bar{x}$ = rata-rata kadar CaCO_3

S = simpangan baku

n = jumlah pengulangan

Nilai t tabel ditentukan dengan persamaan 12:

$$Db = 12 \text{ dan } \alpha/2 = 2,179 \dots\dots\dots(12)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

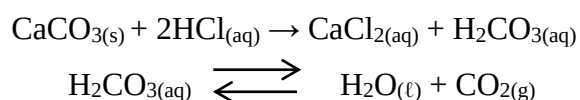
4.1 Preparasi sampel

Sampel batu kapur yang terdapat pada plasteran didapatkan dari bangunan Benteng Pendem yang berada di Ngawi Jawa Timur. Tujuan dilakukan preparasi sampel agar mudah dalam pelarutannya. Sampel harus dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan lumpang dan alu kemudian disaring dengan penyaring ukuran No.42 untuk menyisihkan sampel yang sudah halus dan yang masih kasar kemudian disimpan pada wadah plastik clip.

4.2 Penentuan CaCO_3 dengan Gravimetri

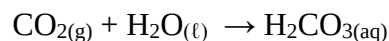
Analisis gravimetri merupakan salah satu cabang utama kimia analisis. Tahap pengukuran dalam metode gravimetri adalah penimbangan. Analitnya secara fisis dipisahkan dari semua komponen lain dari sampel itu maupun dari pelarutnya. Pengendapan merupakan tehnik yang paling luas penggunaannya untuk memisahkan analit dari pengotor (Daniel,1991). Prinsip analisis gravimetri ialah yang didasarkan pada pengukuran berat, yang melibatkan pembentukan isolasi dan pengukuran berat dari suatu endapan.

Langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pertama, mempersiapkan gelas beker. Gelas beker dibersihkan dan ditimbang sebagai berat beker kosong. Langkah kedua yaitu mempersiapkan sampel, ditimbang beker beserta larutan HCl 2 N sebanyak 20 mL lalu dimasukkan sampel plesteran sebanyak 1 g dalam beker yang sudah terisi HCl . Penambahan larutan HCl untuk membantu pelarutan kalsium karena kalsium tidak larut dalam air. Setelah itu diaduk hingga tidak terjadi reaksi lagi, Saat terjadinya reaksi terdapat gas yang dikeluarkan yaitu berupa CO_2 , kemudian ditimbang sebagai massa beker, HCl dan sampel. Reaksi yang terjadi setelah penambahan pelarut yaitu :



Reaksi diatas berlangsung cepat jika dipermukaan namun lebih lambat jika dipedalaman, seperti yang telah diketahui bahwa kalsium karbonat sukar larut

dalam air tetapi dapat larut dalam asam klorida (HCl). Hasil dari reaksi tersebut terdapat kalsium karbonat, air dan gas karbondioksida dari reaksi diatas terjadi reaksi sampingan yaitu karbondioksida dengan air membentuk karbonat.



Reaksi tersebut bersifat *reversible* sehingga memungkinkan kembalinya produk menjadi reaktan. Asam karbonat dapat bereaksi dengan kalsium bikarbonat, larutan tersebut bersifat berbeda hal dengan hasil sebelumnya yang merupakan basa kalsium hidroksida.

Kalsium karbonat terjadi diawali dari kalsium karbonat yang terdapat pada kerak bumi, kalsium karbonat mengalami dekomposisi termal menjadi kapur (CaO) dengan hasil sampingan berupa gas karbondioksida (CO₂). Reaksi yang terjadi akan menghasilkan kalsium klorida dan asam karbonat, yang akan terurai menjadi H₂O dan CO₂. Untuk penentuan karbonat tidak dapat terurai karena dipanaskan, maka karbonat direaksikan dengan menambahkan HCl. Hasil penentuan CaCO₃ dengan metode gravimetri ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Penetapan CaCO₃ dengan gravimetri

pengulangan	m ₁ (g)	(m ₂)	(m ₃)	Kadar CO ₂ (%)	Kadar CaCO ₃ (%)
1	84,8381	1,0003	85,7062	13,2160	30,0364
2	82,5267	1,0001	83,4112	11,5588	26,2701
3	82,1360	1,0005	83,0291	10,7346	24,3969
4	82,1159	1,0003	82,9963	11,9864	27,2418
5	81,6654	1,0004	82,5387	12,7049	28,8748
6	82,5308	1,0000	83,4105	12,0300	27,3409
7	83,1280	1,0002	84,0093	11,8876	27,0173

Keterangan m₁ : massa beker ditambah HCl (g)

m₂ : massa sampel (g)

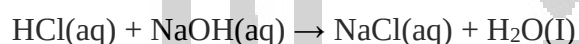
m₃ : massa beker ditambah HCl dan sampel (g)

4.3 Penentuan Kadar CaCO₃ dengan Titrasi

Analisa titrimetri atau analisa volumetri ialah analisis kuantitatif dengan mereaksikan suatu zat yang dianalisis dengan larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya secara teliti, dan reaksi antara zat yang dianalisis dengan larutan standar tersebut berlangsung secara kuantitatif. Penentuan kadar CaCO₃ dapat

dilakukan dengan metode titrasi. Titrasi asam basa melibatkan asam maupun basa sebagai titran, kadar larutan asam ditentukan dengan menggunakan larutan basa ataupun sebaliknya. Untuk mengetahui kapan penambahan larutan standar itu harus dihentikan, digunakan suatu zat yang biasanya berupa larutan yang disebut dengan larutan indikator yang ditambahkan dalam larutan yang diuji sebelum penetesan larutan uji dilakukan. Larutan indikator ini menanggapi munculnya kelebihan larutan uji dengan perubahan warna.

Penentuan kalsium karbonat dalam plesteran yang pertama dilakukan yaitu sampel dihaluskan kemudian ditambahkan larutan HCl 0,50 N tujuan dilarutkan dengan HCl adalah untuk proses hidrolisis dan akan membentuk gelembung gas pada larutan, kemudian sampel dipanaskan diatas *hot plate* selama 10 menit. Tujuan dipanaskan yaitu agar sampel yang akan diteliti tidak terkontaminasi zat yang tidak diinginkan. Kemudian larutan disaring, hal ini bertujuan untuk memisahkan filtrat dari residunya. Filtrat diencerkan dalam labu ukur 100 mL dan dipipet 10 mL dan diencerkan kembali. Setelah itu dititrasi dengan larutan NaOH 0,25 N hingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Penetapan CaCO_3 ditunjukkan dalam Tabel 4.2 dan reaksi yang dihasilkan sebagai berikut:



Tabel 4.2 Penetapan CaCO_3 dengan volumetri

pengulangan	m_1 (g)	V_1 (mL)	V_b (mL)	warna TA	kadar CaCO_3 (%)
1	0,5100	0,38		merah muda	15,8804
2	0,5003	0,38		merah muda	16,1883
3	0,5076	0,38		merah muda	15,9555
4	0,5008	0,38	1,08	merah muda	16,1721
5	0,5003	0,32		merah muda	17,5759
6	0,5007	0,3		merah muda	18,0240
7	0,5003	0,36		merah muda	16,6508

Keterangan m_1 : massa sampel (g)

V_1 : volume titran (mL)

V_b : volume blanko (mL)

TA : titik akhir

Dari tabel diatas dapat diketahui kadar CaCO_3 dengan menggunakan meode titrasi. Hasil yang diperoleh dari rata-rata sebesar 16,6353%.

4.4 Presisi

Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif. Pengukuran presisi pada penelitian ini diperoleh dari data yang dihasilkan oleh pengukuran kadar sampel. Presisi dinyatakan sebagai *repeatability* (keseksamaan metode yang dilakukan berulang kali) atau *reproducibility* (keseksamaan metode yang dilakukan dalam kondisi berbeda). Pengukuran kadar sampel dilakukan tujuh kali pengulangan dan termasuk dalam *repeatability* karena dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama dan dalam waktu yang sama. Presisi yang dihasilkan diperoleh dengan perhitungan standar deviasi sampel kemudian dimasukkan nilai standar deviasi ke dalam rumus perhitungan presisi.

Hasil penentuan presisi pada metode gravimetri sebesar 7,8118% dengan CV Horwitz diperoleh 2,4314. Presisi pada metode volumetri sebesar 5,0651% dengan CV Horwitz diperoleh 2,6199. Syarat keberterimaan penentuan presisi (*repeatability*) adalah apabila nilai yang diperoleh dari %RSD lebih rendah atau sama dengan CV Horwitz, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode uji ini tidak termasuk dalam kategori presisi untuk penentuan kadar kalsium karbonat pada sampel plesteran. Penentuan presisi ditunjukkan dalam Tabel 4.3 dan 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil penentuan presisi metode gravimetri

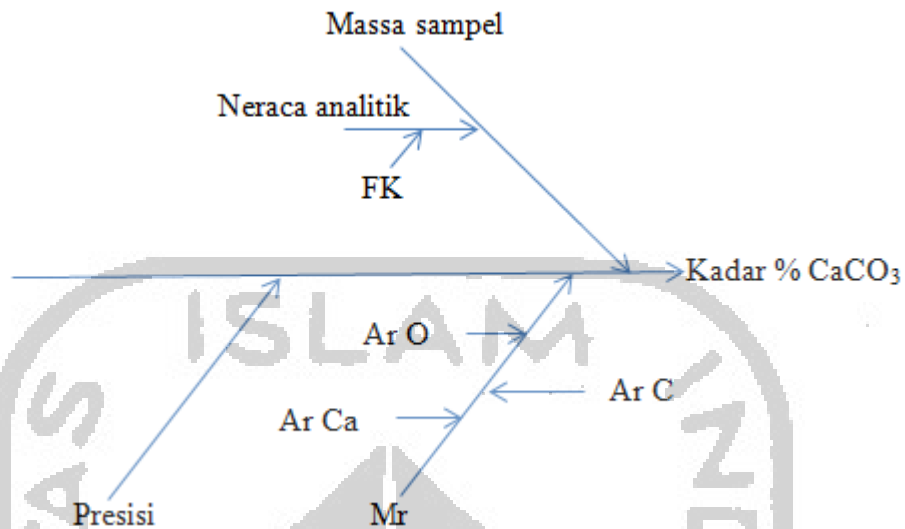
Pengulangan	Kadar CaCO_3 (%)	$(X_i - \bar{X})^2$
1	30,0364	7,4269
2	26,2701	1,0838
3	24,3969	8,4930
4	27,2418	0,0048
5	28,8748	2,4449
6	27,3409	0,0009
7	27,0173	0,0864
SD	2,1335	
%RSD	7,8118	
CV Horwitz	2,4314	

Tabel 4.4 Hasil penentuan presisi metode volumetri

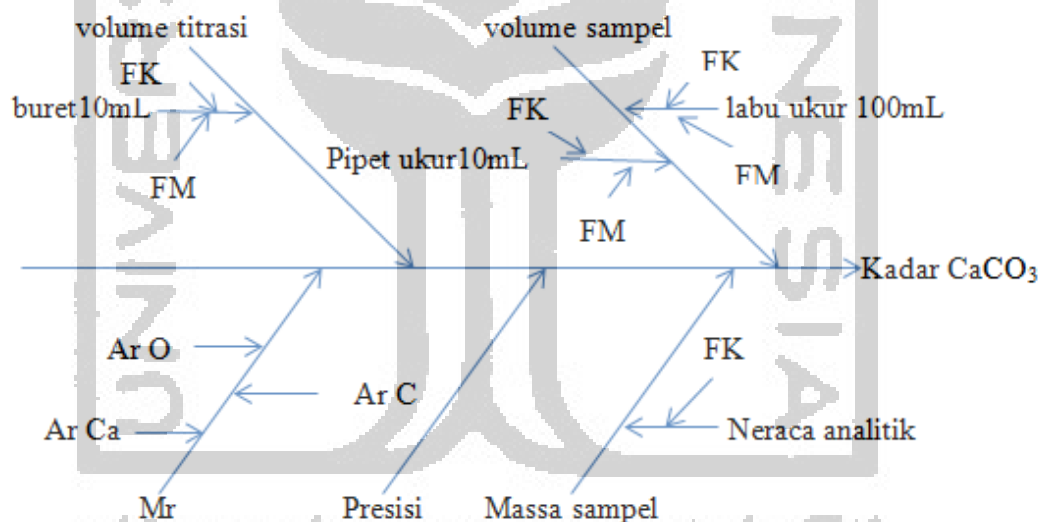
Pengulangan	Kadar CaCO ₃ (%)	(Xi - $\bar{X}$) ²
1	15,8804	0,5699
2	16,1883	0,1998
3	15,9555	0,4621
4	16,1721	0,2145
5	17,5759	0,8848
6	18,0240	1,9285
7	16,6508	0,0002
SD	0,8426	
%RSD	5,0651	
CV Horwitz	2,6199	

4.5 Estimasi Ketidakpastian

Ketidakpastian adalah parameter yang terkait dengan hasil pengukuran, yang mencirikan penyebaran nilai-nilai yang cukup dan dapat dikaitkan dengan pengukuran. Estimasi ketidakpastian dalam pengujian ini digunakan untuk memastikan dan mengetahui bahwa hasil penentuan kadar CaCO₃ pada plesteran menggunakan gravimetri dan volumetri merupakan metode yang valid. Penentuan ketidakpastian pengukuran dilakukan tiga tahapan, yaitu menentukan ketidakpastian baku, ketidakpastian gabungan, dan ketidakpastian diperluas. Tahap awal menentukan ketidakpastian baku yaitu membuat langkah kerja yang dilakukan untuk dianalisis, kemudian menentukan kadar CaCO₃ menggunakan metode gravimetri dengan menggunakan persamaan 4 sedangkan menentukan kadar CaCO₃ menggunakan metode volumetri menggunakan persamaan 6. Rumus yang telah ditentukan kemudian dapat ditentukan sumber – sumber ketidak pastian dengan membuat diagram tulang ikan. Diagram tulang ikan ditunjukkan dalam Gambar 4.1 dan 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.1 Diagram tulang ikan metode gravimetri



Gambar 4.2 Diagram tulang ikan metode volumetri

Berdasarkan pembuatan diagram tulang ikan yang telah ditentukan, dari metode gravimetri terdapat 3 sumber ketidakpastian yang berasal dari massa sampel dan Mr CaCO_3 sedangkan dari metode volumetri terdapat 5 sumber ketidakpastian yang berasal dari volume titrasi, volume sampel, massa sampel dan Mr CaCO_3 . Sumber ketidakpastian dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Sumber ketidakpastian metode gravimetri

Sumber ketidakpastian	nilai	Ketidakpastian asal	Ketidakpastian baku
Neraca	1	$5,7735 \times 10^{-5}$	$5,7735 \times 10^{-5}$
Mr CaCO_3	-	0,0024	0,0024
Presisi	-	0,8063	0,8063
Ketidakpastian gabungan			0,8089
Ketidakpastian diperluas			1,6178

Ketidakpastian baku digunakan untuk menentukan nilai ketidakpastian gabungan dan diperoleh nilainya sebesar 0,8089%. Berdasarkan ketidakpastian gabungan tersebut dengan menggunakan selang kepercayaan 95%, maka ketidakpastian diperluas dari penentuan CaCO_3 diperoleh sebesar 1,6178%.

Tabel 4.6 Sumber ketidakpastian metode volumetri

Sumber ketidakpastian	Nilai	Ketidakpastian asal	Ketidakpastian baku
Buret 10mL	10	Fk = 0,0115 Fm = 0,0084	0,0142
Pipet ukur 10mL	10	Fk = 0,0375 Fm = 0,0084	0,0378
Labu ukur 100mL	100	Fk = 0,0704 Fm = 0,147	0,1629
Neraca analitik	0,5	$5,7735 \times 10^{-5}$	$5,7735 \times 10^{-5}$
Presisi	-	0,3184	0,3184
Mr CaCO_3	-	0,0024	0,0024
Ketidakpastian gabugan			0,3265
Ketidakpastian diperluas			0,653

Keterangan Fk : faktor kalibrasi

Fm : faktor muai

Ketidakpastian baku digunakan untuk menentukan nilai ketidakpastian gabungan dan diperoleh nilainya sebesar 0,3265%. Berdasarkan ketidakpastian gabungan tersebut dengan menggunakan selang kepercayaan 95%, maka ketidakpastian diperluas dari penentuan CaCO_3 diperoleh sebesar 0,653%.

Estimasi ketidakpastian harus wajar (*reasoneble*) dan didasarkan pada pengetahuan atas unjuk kerja metode, dan harus menggunakan data-data yang diperoleh dari pengalaman sebelumnya serta data validasi metode. Kontribusi ketidakpastian dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan 4.8 sebagai berikut:

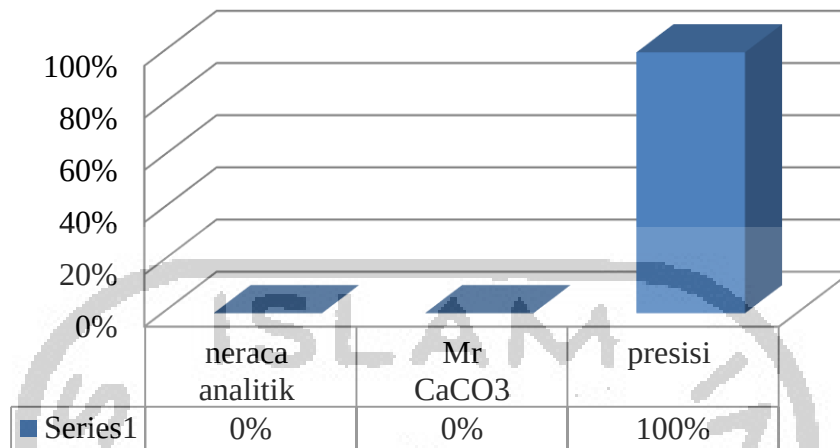
Tabel 4.7 Kontribusi ketidakpastian metode gravimetri

sumber	komponen	satuan	nilai	μ baku	μ relatif	kontribusi
Massa sampel	neraca analitik	gram	1	$5,77 \times 10^{-5}$	$3,33 \times 10^{-9}$	0%
	Mr CaCO ₃		-	0,0024	0,0000	0%
	Presisi		-	0,8063	0,6501	100%
jumlah Σ					0,6501	100%

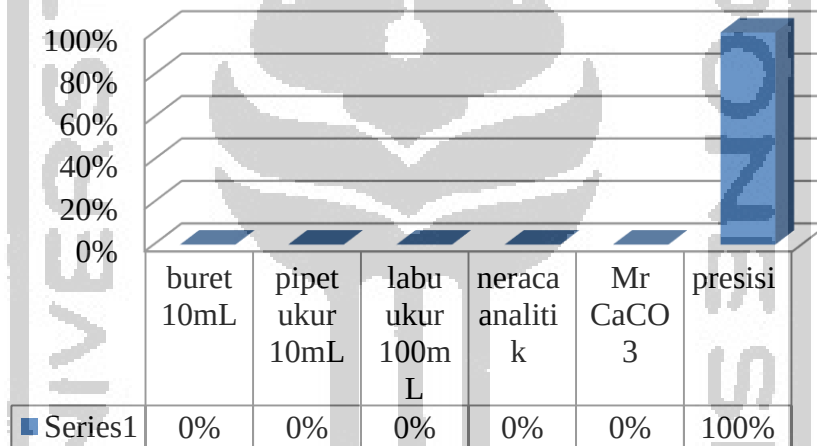
Tabel 4.8 Kontribusi ketidakpastian metode volumetri

sumber	komponen	satuan	nilai	μ baku	μ relatif	kontribusi
Volume titrasi	buret	mL	10	0,0142	$2,02 \times 10^{-6}$	0%
Volume sampel	pipet ukur	mL	10	$3,78 \times 10^{-2}$	0,0000	0%
	labu ukur	mL	100	0,1629	$2,65 \times 10^{-6}$	0%
Massa sampel	neraca analitik	gram	1	$5,77 \times 10^{-5}$	$3,33 \times 10^{-9}$	0%
	Mr CaCO ₃		-	0,0024	0,0000	0%
	Presisi		-	0,3184	$1,01 \times 10^1$	100%
jumlah Σ					0,1014	100%

Berdasarkan sumber penyumbang ketidakpastian penentuan kadar kalsium karbonat pada sampel plesteran kontribusi penyumbang ketidakpastian dengan dua metode yaitu metode gravimetri dan metode volumetri %kontribusi terbesar terdapat pada presisi dengan 100% ketidakpastian tersebut dimungkinkan berasal dari proses preparasi sampel sampai proses analisis menggunakan gravimetri dan titrasi. Penentuan kontribusi ketidakpastian bertujuan untuk mengetahui faktor koreksi atau faktor kesalahan yang terjadi yang diperoleh selama pengujian berlangsung. Kontribusi ketidakpastian tersebut dapat dilihat pada diagram batang metode gravimetri pada Gambar 4.3 metode volumetri pada Gambar 4.4



Gambar 4.3 Diagram Kontribusi Metode Gravimetri



Gambar 4.4 Diagram Kontribusi metode volumetri

4.5 Uji t

Uji T dilakukan pada dua kelompok data yang tidak saling berkaitan satu sama lain. Uji T digunakan untuk membandingkan suatu metode baru dengan hasil pengujian dengan metode standar/baku. Dilakukan perbandingan hasil pengukuran CaCO_3 menggunakan metode gravimetri dan volumetri sehingga diperoleh dua rata-rata hasil yang berbeda. Uji T dilakukan bertujuan untuk mengetahui bahwa kedua data tidak saling berkaitan satu sama lain. H_0 uji ini adalah dua metode memiliki hasil yang sama atau $H_0 = \bar{x}_1 = \bar{x}_2$ dan $H_i : \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$. Nilai t hitung yang didapatkan sebesar 10,0702. Hasil dari uji-t dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan kadar CaCO_3 pada Tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.9 Uji-t

Parameter	Nilai/Hasil
H_0	ditolak
H_1	diterima
SD ² gravimetri	3,2568
SD ² volumetri	0,7099
db	12
t-hitung	10,0702
t-tabel	1,78229

Tabel 4.10 Kadar CaCO₃

No	Gravimetri (%)	Volumetri (%)
1	30,0364	15,8804
2	26,2701	16,1883
3	24,3969	15,9555
4	27,2418	16,1721
5	28,8748	17,5759
6	27,3409	18,0240
7	27,0173	16,6508

Pada pengujian dua rata-rata data yang berbeda dengan H_0 rata-rata populasi satu sama dengan rata-rata populasi dua merupakan uji dua arah yaitu kemungkinan $\bar{x}_1$ lebih kecil dari $\bar{x}_2$ atau $\bar{x}_1$ lebih besar dari $\bar{x}_2$. Untuk mencari t-tabel pada db = 12 dan $\alpha/2 = 0,05$ yaitu 1,78229. Jadi, nilai t-hitung yang didapat lebih besar dari nilai t tabel sehingga kedua rata-rata berbeda secara signifikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut :

1. Penentuan kadar CaCO_3 dalam plesteran dengan metode gravimetri didapatkan dengan rata-rata sebesar 27,3112% sedangkan penentuan kadar CaCO_3 dalam plesteran dengan metode volumetri didapatkan rata-rata sebesar 16,6353%. Estimasi ketidakpastian yang didapatkan dari metode gravimetri diperoleh sebesar 0,8089% sedangkan dari metode titrasi diperoleh sebesar 0,3265%.
2. Pada pengujian t-test didapatkan nilai t hitung sebesar 10,0702 dengan nilai t tabel sebesar 1,78229. Karena t hitung lebih besar dari t tabel maka kedua metode tersebut berbeda secara signifikan. Kontribusi ketidakpastian pada penentuan CaCO_3 faktor koreksi atau faktor kesalahan terbesar terdapat pada presisi dengan nilai masing-masing dari metode sebesar 100%.

5.1. Saran

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan metode penentuan kadar CaCO_3 dalam plesteran maka saran yang sebaiknya dilakukan adalah perlu adanya validasi metode yang juga dibandingkan dengan metode yang berstandar/SNI khususnya dalam penentuan CaCO_3 .

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Jilid II edisi ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- Day, R.A., Underwood, A.L. 1986. *analisis kimia kuantitatif*. Jakarta : Erlangga.
- Gusti, J. 2008. *pengaruh penambahan surfaktan pada sintesis senyawa kalsium fosfat melalui metode pengendapan*. Padang : Universitas Andalas.
- Harjanti. 2008. *pemungutan kurkumin ddari kunyit dan pemakaiannya sebagai indikator analisis volumetri*. *Jurnal rekayasa proses*, vol.2 no.2
- Harvey, David. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. New York :Mccleraw. Hillcamp.
- Khopkar. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta
- Kirboga, S., Oner, M. 2013. *effect of the experimental parameters on calcium carbonate precipitation*. *Chemical Engineering Transactions*, Vol.32, ISSN:1974-9791. Italia : AIDIC.
- Krisna Dwi. 2015. Siklus Kalsium Karbonat. <https://bisakimia.com/2015/11/18/siklus-kalsium-karbonat/> diakses pada tanggal 11 Oktober 2019.
- Lailiyah,Q., Baqiya, M., Darminto. 2012. *pengaruh temperatur dan laju aliran gas CO₂ pada sintesis kalsium karbonat presipitat dengan metode bubbling*. *jurnal sains dan seni ITS*, vol.1, no.1 ISSN:2301-928X. Surabaya : ITS.
- Lukman, M., Yudyanto., Hartatiek. 2012. *sintesis biomaterial komposit CaO-SiO₂ berbasis material alam (batuan kapur dan pasir kuarsa) dengan variasi suhu pemanasan dan pengaruhnya terhadap porositas, kekerasan dan mikrostruktur*. *Journal sains* vol.2 no.1. Malang: UM.
- Malinda. 2015. *sintesa hydroxyapatite (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) berbasis batu kapur*. *Jurnal penelitian fisika dan aplikasinya*. Vol.6, no.2.
- Okdayani, Yoskasih. 2010. *Penentuan Kadar Air Dalam Serbuk UO₂ Dengan Metoda Gravimetri*. *Hasil-Hasil Penelitian EBN*. Vol.12. No.7.
- Rivai, H. 1990. *Asas Pemeriksaan Kimia*. UI Press : Jakarta.
- Ridwan. 2006. *Dasar-Daar Statistika*. Bandung : Alfabeta.
- Ridwan. 2006. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Ridwan. 2009. *Pengantar Statistika Sosial*. Bandung : Alfabeta.
- Reni Banowati I dan Kuntari. 2017. *Penuntun Praktikum Statistika Kimia*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Rohyami, Yuli.S.Si., M.Sc. 2017. *Kimia Dasar*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia

Sucipto,E. 2007. *hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru*. Semarang : Universitas Diponegoro.

Sujono. 2003. *sistem pengukuran molaritas larutan dengan metode titrasi asam basa berbasis komputer*. Universitas Budi Luhur.

Tim Kimia Analitik. 2014. *Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Kimia Analitik*. Jambi: Universitas Jambi.

www.google.co.id/search?q=candi+borobudur&safe=strict&client=ucweb-b&channel=sb&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjFooDLpYHIAhXQ7XMBHcFHCwAQ_AUIBigB&biw=360&bih=518 (diakses pada tanggal 02/10/2019 pukul 19:45 WIB).

www.google.co.id/search?q=batu+kapur&client=ucweb-b&channel=sb (diakses pada tanggal 02/10/2019 pukul 19:45).

LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

PENENTUAN CaCO_3 DENGAN GRAVIMETRI

pengulangan	m_1 (g)	(m_2)	(m_3)	Kadar CO_2 (%)	Kadar CaCO_3 (%)
1	84,8381	1,0003	85,7062	13,2160	30,0364
2	82,5267	1,0001	83,4112	11,5588	26,2701
3	82,1360	1,0005	83,0291	10,7346	24,3969
4	82,1159	1,0003	82,9963	11,9864	27,2418
5	81,6654	1,0004	82,5387	12,7049	28,8748
6	82,5308	1,0000	83,4105	12,0300	27,3409
7	83,1280	1,0002	84,0093	11,8876	27,0173

Rumus persamaan CO_2 :

$$\text{CO}_2 = \frac{(X+S)-Y}{S} \times 100\%$$

Persamaan CaCO_3 :

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{\text{massa } \text{CaCO}_3(g)}{\text{massa sampel}} \times 100\%$$

Keterangan :

X = massa beker+HCl

S = massa sampel

Y = massa beker+HCl+sampel

Pengulangan 1

$$\text{CO}_2 = \frac{(84,8381 \text{ g} + 1,0003 \text{ g}) - 85,7062 \text{ g}}{1,0003 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 13,2160\%$$

$$\text{g CO}_2 = (84,8381 + 1,0003) - 85,7062$$

$$= 0,1322 \text{ g}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \frac{\text{g CO}_2}{\text{Mr CO}_2}$$

$$= \frac{0,1322}{44}$$

$$= 0,0030 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\begin{aligned}\text{Gr CaCO}_3 &= \text{mol} \times \text{Mr CaCO}_3 \\ &= 0,0030 \text{ mol} \times 100 \\ &= 0,3005 \text{ gram CaCO}_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{CaCO}_3 &= \frac{\text{gr CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{0,3005}{1,0003} \times 100\% \\ &= 30,0364\%\end{aligned}$$

Pengulangan 2

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 &= \frac{(82,5267 \text{ g} + 1,0001 \text{ g}) - 83,4112 \text{ g}}{1,0001 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 11,5588\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g CO}_2 &= (82,5267 + 1,0001) - 83,4112 \\ &= 0,1156 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol CO}_2 &= \frac{\text{g CO}_2}{\text{Mr CO}_2} \\ &= \frac{0,1156}{44} \\ &= 0,0026 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\text{Mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\begin{aligned}\text{gr CaCO}_3 &= \text{mol} \times \text{Mr CaCO}_3 \\ &= 0,0026 \text{ mol} \times 100 \\ &= 0,2627 \text{ gram CaCO}_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{CaCO}_3 &= \frac{\text{gr CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{0,2627}{1,0001} \times 100\% \\ &= 26,2701\%\end{aligned}$$

Pengulangan 3

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 &= \frac{(82,1360 \text{ g} + 1,0005 \text{ g}) - 83,0291 \text{ g}}{1,0001 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 10,7346\%\end{aligned}$$

$$\text{g CO}_2 = (82,1360 + 1,0005) - 83,0291$$

$$= 0,1074 \text{ g}$$

$$\text{mol CO}_2 = \frac{g \text{ CO}_2}{Mr \text{ CO}_2}$$

$$= \frac{0,1074}{44}$$

$$= 0,00224 \text{ mol}$$

$$\text{mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\text{gr CaCO}_3 = \text{mol} \times Mr \text{ CaCO}_3$$

$$= 0,0024 \text{ mol} \times 100$$

$$= 0,2441 \text{ gram CaCO}_3$$

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{gr \text{ CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,2441}{1,0005} \times 100\%$$

$$= 24,3969\%$$

Pengulangan 4

$$\text{CO}_2 = \frac{(82,1159 \text{ g} + 1,0003 \text{ g}) - 82,9963 \text{ g}}{1,0003 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 11,9864\%$$

$$\text{g CO}_2 = (82,1159 + 1,0003) - 82,9963$$

$$= 0,1199 \text{ g}$$

$$\text{mol CO}_2 = \frac{g \text{ CO}_2}{Mr \text{ CO}_2}$$

$$= \frac{0,1199}{44}$$

$$= 0,0027 \text{ mol}$$

$$\text{mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\text{gr CaCO}_3 = \text{mol} \times Mr \text{ CaCO}_3$$

$$= 0,0027 \text{ mol} \times 100$$

$$= 0,2725 \text{ gram CaCO}_3$$

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{gr \text{ CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,2725}{1,0003} \times 100\%$$

$$= 27,2418\%$$

Pengulangan 5

$$\text{CO}_2 = \frac{(81,6654 \text{ g} + 1,0004 \text{ g}) - 82,5387 \text{ g}}{1,0004 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 12,7049\%$$

$$\text{g CO}_2 = (81,6654 + 1,0004) - 82,5387$$

$$= 0,1271 \text{ g}$$

$$\text{mol CO}_2 = \frac{g \text{ CO}_2}{Mr \text{ CO}_2}$$

$$= \frac{0,1271}{44}$$

$$= 0,0029 \text{ mol}$$

$$\text{mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\text{gr CaCO}_3 = \text{mol} \times Mr \text{ CaCO}_3$$

$$= 0,0029 \text{ mol} \times 100$$

$$= 0,2889 \text{ gram CaCO}_3$$

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{gr \text{ CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,2889}{1,0004} \times 100\%$$

$$= 28,8748\%$$

Pengulangan 6

$$\text{CO}_2 = \frac{(82,5308 \text{ g} + 1,0000 \text{ g}) - 83,4105 \text{ g}}{1,0000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 12,0300\%$$

$$\text{g CO}_2 = (82,5308 + 1,0000) - 83,4105$$

$$= 0,1203 \text{ g}$$

$$\text{mol CO}_2 = \frac{g \text{ CO}_2}{Mr \text{ CO}_2}$$

$$= \frac{0,1203}{44}$$

$$= 0,0027 \text{ mol}$$

$$\text{mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\begin{aligned}\text{gr CaCO}_3 &= \text{mol} \times \text{Mr CaCO}_3 \\ &= 0,0027 \text{ mol} \times 100 \\ &= 0,2734 \text{ gram CaCO}_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{CaCO}_3 &= \frac{\text{gr CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{0,2734}{1,0000} \times 100\% \\ &= 27,3409\%\end{aligned}$$

Pengulangan 7

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 &= \frac{(83,1280 \text{ g} + 1,0002 \text{ g}) - 84,0093 \text{ g}}{1,0002 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 11,8876\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{g CO}_2 &= (83,1280 + 1,0002) - 84,0093 \\ &= 0,1189 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{mol CO}_2 &= \frac{\text{g CO}_2}{\text{Mr CO}_2} \\ &= \frac{0,1189}{44} \\ &= 0,0027 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\text{mol CO}_2 \approx \text{mol CaCO}_3$$

$$\begin{aligned}\text{gr CaCO}_3 &= \text{mol} \times \text{Mr CaCO}_3 \\ &= 0,0027 \text{ mol} \times 100 \\ &= 0,2702 \text{ gram CaCO}_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{CaCO}_3 &= \frac{\text{gr CaCO}_3}{\text{massa sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{0,2702}{1,0002} \times 100\% \\ &= 27,0173\%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 2

PENETAPAN CaCO_3 DENGAN TITRASI

pengulangan	m₁ (g)	V₁ (mL)	V_b(mL)	warna TA	kadar CaCO₃ (%)
1	0,5100	0,38		merah muda	15,8804
2	0,5003	0,38		merah muda	16,1883
3	0,5076	0,38		merah muda	15,9555
4	0,5008	0,38	1,08	merah muda	16,1721
5	0,5003	0,32		merah muda	17,5759
6	0,5007	0,3		merah muda	18,0240
7	0,5003	0,36		merah muda	16,6508

Persamaan penentuan CaCO_3 :

$$\% \text{CaCO}_3 = (V_b - V_c) \times N \text{ NaOH} \times 50 \times (100/m \text{ sampel}(\text{kg}))$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{10 \times 0,25}{V_b}$$

$$= \frac{10 \times 0,25}{1,08}$$

Pengulangan 1 :

$$\begin{aligned} \% \text{CaCO}_3 &= (1,08 - 0,38) \times 2,314 \times 50 \times (100/510) \\ &= 15,8804\% \end{aligned}$$

Pengulangan 2 :

$$\begin{aligned} \% \text{CaCO}_3 &= (1,08 - 0,38) \times 2,314 \times 50 \times (100/500,3) \\ &= 16,883\% \end{aligned}$$

Pengulangan 3 :

$$\begin{aligned} \% \text{CaCO}_3 &= (1,08 - 0,38) \times 2,314 \times 50 \times (100/507,6) \\ &= 15,9555\% \end{aligned}$$

Pengulangan 4 :

$$\begin{aligned} \% \text{CaCO}_3 &= (1,08 - 0,38) \times 2,314 \times 50 \times (100/500,8) \\ &= 16,1721\% \end{aligned}$$

Pengulangan 5 :

$$\% \text{CaCO}_3 = (1,08 - 0,32) \times 2,314 \times 50 \times (100/500,3)$$

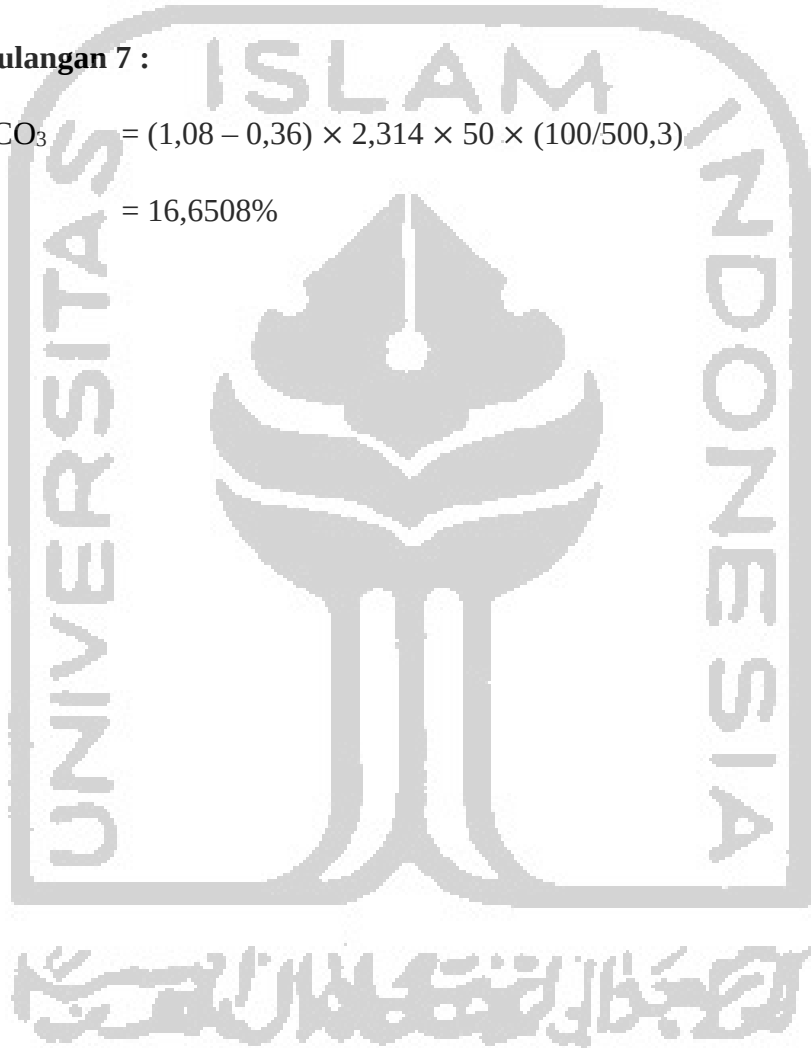
$$= 17,5759\%$$

Pengulangan 6 :

$$\begin{aligned}\% \text{CaCO}_3 &= (1,08 - 0,30) \times 2,314 \times 50 \times (100/500,7) \\ &= 18,0240\%\end{aligned}$$

Pengulangan 7 :

$$\begin{aligned}\% \text{CaCO}_3 &= (1,08 - 0,36) \times 2,314 \times 50 \times (100/500,3) \\ &= 16,6508\%\end{aligned}$$



LAMPIRAN 3

PENENTUAN PRESISI (%RSD)

Presisi metode gravimetri

Pengulangan	Kadar CaCO_3	$(X_i - \bar{X})^2$
1	30,0364	7,4269
2	26,2701	1,0838
3	24,3969	8,4930
4	27,2418	0,0048
5	28,8748	2,4449
6	27,3409	0,0009
7	27,0173	0,0864
$\bar{X} = 27,3112$		$\Sigma = 19,5407$

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{19,5407}{7 - 1}} \\
 &= 2,1335
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\bar{X}} \times 100\% \\
 &= \frac{2,1335}{27,3112} \times 100\% \\
 &= 7,8118\%
 \end{aligned}$$

Penentuan CV Horwitz

$$\begin{aligned}
 \text{CV Horwitz} &= 2^{(1 - 0,5 \log C)} \\
 &= 2^{(1,2818)} \\
 &= 2,4314
 \end{aligned}$$

Presisi metode titrasi

Pengulangan	Kadar CaCO ₃	(Xi - $\bar{X}$) ²
1	15,8804	0,5699
2	16,1883	0,1998
3	15,9555	0,4621
4	16,1721	0,2145
5	17,5759	0,8848
6	18,0240	1,9285
7	16,6508	0,0002
$\bar{X} = 16,6353$		$\Sigma = 4,2598$

$$\begin{aligned}
 \text{SD} &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{4,2598}{7-1}} \\
 &= 0,8426
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{RSD} &= \frac{\text{SD}}{\bar{X}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,8426}{16,6353} \times 100\% \\
 &= 5,0651\%
 \end{aligned}$$

Penentuan CV Horwitz

$$\begin{aligned}
 \text{CV Horwiz} &= 2^{(1-0,5 \log C)} \\
 &= 2^{(1,3895)} \\
 &= 2,6199
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN 4

PENENTUAN KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN

Sumber Ketidakpastian Metode Gravimetri

Sumber ketidakpastian	nilai	Ketidakpastian asal	Ketidakpastian baku
Neraca	1	$5,7735 \times 10^{-5}$	$5,7735 \times 10^{-5}$
Mr CaCO_3	-	0,0024	0,0024
Presisi	-	0,8063	0,8063
Ketidakpastian gabungan			0,8089
Ketidakpastian diperluas			1,6178

1. Massa sampel

Faktor kalibrasi neraca

$$\mu_{\text{kal}} = \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{0,0001}{\sqrt{3}} = 5,7735 \times 10^{-5}$$

2. Ketidakpastian Mr CaCO_3

Elemen	Berat atom	Ketidakpastian melekat U	Ketidakpastian standar $U(e)/\sqrt{3}$
Ca	40,078	0,004	0,0023
C	12,0107	0,0008	0,00046
O	15,9994	0,0003	0,00017

Menghitung berat molekul CaCO_3 :

$$\text{Mr CaCO}_3 = 40,078 + 12,0107 + (3 \times 15,9994)$$

$$= 100,0869 \text{ g/mol}$$

Menghitung ketidakpastian berat molekul CaCO_3 :

$$U(\text{Mr CaCO}_3) = \sqrt{0,0023^2 + 0,00046^2 + (3 \times 0,00017)^2}$$

$$= 0,0024 \text{ g/mol}$$

3. Ketidakpastian presisi metode gravimetri :

$$\mu_p = \frac{SD}{\sqrt{n}} = \frac{2,1335}{\sqrt{7}} = 0,8063$$

Sumber Ketidakpastian Metode Volumetri

Sumber ketidakpastian	Nilai	Ketidakpastian asal	Ketidakpastian baku
Buret 10mL	10	Fk = 0,0115 Fm = 0,0084	0,0142
Pipet ukur 10mL	10	Fk = 0,0375 Fm = 0,0084	0,0378
Labu ukur 100mL	100	Fk = 0,0704 Fm = 0,147	0,1629
Neraca analitik	0,5	$5,7735 \times 10^{-5}$	$5,7735 \times 10^{-5}$
Presisi	-	0,3184	0,3184
Mr CaCO ₃	-	0,0024	0,0024
Ketidakpastian gabungan			0,3265
Ketidakpastian diperluas			0,653

1. Ketidakpastian buret 10 mL

a. Faktor kalibrasi

$$\mu_{\text{kal}} = \frac{S}{\sqrt{3}} = \frac{0,02}{\sqrt{3}} = 0,0115$$

b. Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu_{\text{FM}} &= \frac{\text{volume labu} \times 0,00021 \times \Delta T}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{10 \text{ mL} \times 0,00021 \times (27-20)^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,0084 \\ \mu_{\text{c (LU)}} &= \sqrt{(\mu_{\text{kal}})^2 + (\mu_{\text{FM}})^2} \\ &= \sqrt{(0,0115)^2 + (0,0084)^2} \\ &= 0,0142 \end{aligned}$$

2. Ketidakpastian pipet ukur 10 mL

a. Faktor kalibrasi pipet

$$\mu_{\text{kal}} = \frac{S}{\sqrt{3}} = \frac{0,065}{\sqrt{3}} = 0,0375$$

b. Faktor muai

$$\begin{aligned} \mu_{\text{FM}} &= \frac{\text{volume pipet} \times 0,00021 \times \Delta T}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{10 \text{ mL} \times 0,00021 \times (27-20)^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,0084 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_c(\text{PV}) &= \sqrt{(\mu_{\text{kal}})^2 + (\mu_{\text{FM}})^2} \\ &= \sqrt{(0,0375)^2 + (0,0048)^2} \\ &= 0,0378\end{aligned}$$

3. Ketidakpastian labu ukur 100 mL

a. Faktor kalibrasi labu ukur

$$\mu_{\text{kal}} = \frac{S}{\sqrt{3}} = \frac{0,122}{\sqrt{3}} = 0,0704$$

b. Faktor muai

$$\begin{aligned}\mu_{\text{FM}} &= \frac{\text{volume pipet} \times 0,00021 \times \Delta T}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{100\text{mL} \times 0,00021 \times (27-20)^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \\ &= 0,147\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_c(\text{PU}) &= \sqrt{(\mu_{\text{kal}})^2 + (\mu_{\text{FM}})^2} \\ &= \sqrt{(0,0704)^2 + (0,147)^2} \\ &= 0,1629\end{aligned}$$

4. Massa sampel

Faktor kalibrasi neraca

$$\mu_{\text{kal}} = \frac{S}{\sqrt{3}} = \frac{0,0001}{\sqrt{3}} = 5,7735 \times 10^{-5}$$

5. Ketidakpastian Mr CaCO₃

Elemen	Berat atom	Ketidakpastian	Ketidakpastian standar
		melekat U	U(e)/√3
Ca	40,078	0,004	0,0023
C	12,0107	0,0008	0,00046
O	15,9994	0,0003	0,00017

Menghitung berat molekul CaCO₃ :

$$\text{Mr CaCO}_3 = 40,078 + 12,0107 + (3 \times 15,9994)$$

$$= 100,0869 \text{ g/mol}$$

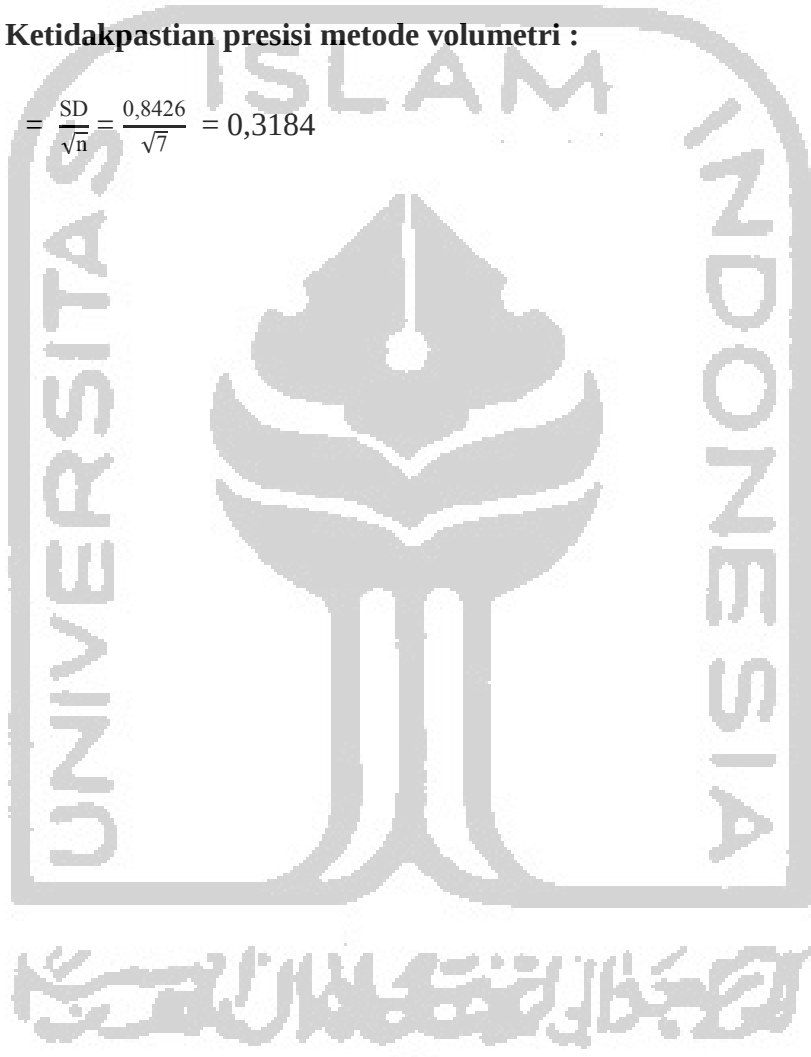
Menghitung ketidakpastian berat molekul CaCO_3 :

$$U (\text{Mr } \text{CaCO}_3) = \sqrt{0,0023^2 + 0,00046^2 + (3 \times 0,00017)^2}$$

$$= 0,0024 \text{ g/mol}$$

6. Ketidakpastian presisi metode volumetri :

$$\mu_p = \frac{SD}{\sqrt{n}} = \frac{0,8426}{\sqrt{7}} = 0,3184$$



LAMPIRAN 5

PENENTUAN KETIDAKPASTIAN GABUNGAN

METODE GRAVIMETRI

Sumber ketidakpastian	nilai	Ketidakpastian asal	Ketidakpastian baku
Neraca	1	$5,7735 \times 10^{-5}$	$5,7735 \times 10^{-5}$
Mr CaCO_3	-	0,0024	0,0024
Presisi	-	0,8063	0,8063
Ketidakpastian gabungan			0,8089
Ketidakpastian diperluas			1,6178

Rumus ketidakpastian gabungan :

$$\mu G = \sqrt{\left(\frac{\mu a}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu b}{v}\right)^2 + \dots + \dots} \times \text{kadar } \%$$

Hasil perhitungan ketidakpastian gabungan :

$$\mu G = \sqrt{\left(\frac{\mu \text{ neraca}}{m}\right)^2 + (\text{Mr } \text{CaCO}_3)^2 + \left(\frac{\mu \text{ presisi}}{n}\right)^2} \times \%$$

$$\mu G = \sqrt{\left(\frac{5,7735 \times 10^{-5}}{1}\right)^2 + (0,0024)^2 + \left(\frac{0,8063}{27,3112}\right)^2} \times 27,3112 \%$$

$$\mu G = 0,8089\%$$

METODE VOLUMETRI

Sumber ketidakpastian	Nilai	Ketidakpastian asal	Ketidakpastian baku
buret 10mL	10	Fk = 0,0115 Fm = 0,0084	0,0142
Pipet ukur 10mL	10	Fk = 0,0375 Fm = 0,0084	0,0378
Labu ukur 100mL	100	Fk = 0,0704 Fm = 0,147	0,1629
Neraca analitik	0,5	$5,7735 \times 10^{-5}$	$5,7735 \times 10^{-5}$
Presisi	-	0,3184	0,3184
Ketidakpastian gabungan			0,3265
Ketidakpastian diperluas			0,653

Rumus ketidakpastian gabungan :

$$\mu G = \sqrt{\left(\frac{\mu a}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu b}{v}\right)^2 + \dots + \dots} \times \text{kadar } \%$$

Hasil perhitungan ketidakpastian gabungan :

$$\mu G = \sqrt{\left(\frac{\mu \text{ buret}_{10}}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu P_{10}}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu LU_{100}}{v}\right)^2 + \left(\frac{\mu \text{ neraca}}{m}\right)^2 + \left(\frac{\mu \text{ presisi}}{n}\right)^2} \times \text{kadar } \%$$

$$\mu G = \sqrt{\left(\frac{0,0142}{10}\right)^2 + \left(\frac{0,0378}{10}\right)^2 + \left(\frac{0,1629}{100}\right)^2 + \left(\frac{5,77 \times 10^{-5}}{0,5}\right)^2 + \left(\frac{0,3184}{16,6353}\right)^2} \times 16,6353 \%$$

$$\mu G = 0,3265\%$$



LAMPIRAN 6

KETIDAKPASTIAN DIPERLUAS

Selang kepercayaan 95%

Rumus ketidakpastian diperluas :

$$U = K \times \mu G$$

Keterangan:

U : ketidakpastian diperluas

K : faktor cakupan

μG : ketidakpastian gabungan

hasil perhitungan ketidakpastian diperluas metode gravimetri:

$$U = 2 \times 0,8089 \%$$

$$U = 1,6178 \%$$

hasil perhitungan ketidakpastian diperluas metode volumetri:

$$U = 2 \times 0,3265 \%$$

$$U = 0,653 \%$$

LAMPIRAN 7

Uji t

No	Gravimetri		Volumetri	
	Kadar (%)	$(x_i - \bar{x})^2$	Kadar (%)	$(x_i - \bar{x})^2$
1	30,0364	7,4270	15,8804	0,5698
2	26,2701	1,0839	16,1883	0,1998
3	24,3969	8,4931	15,9555	0,4621
4	27,2418	0,0048	16,1721	0,2145
5	28,8748	2,4449	17,5759	0,8847
6	27,3409	0,0009	18,0240	1,9285
7	27,0173	0,0864	16,6508	0,0002
	$\bar{x} = 27,3112$	$\Sigma = 19,5410$	$\bar{x} = 16,6353$	$\Sigma = 4,2591$
SD	1,8046		0,8425	
SD ²	3,2568		0,7099	
	db = 12			

Persamaan yang digunakan :

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Nilai t hitung

dengan

$$t = \frac{(27,3112 - 16,6353)}{1,98335 \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{1}{7}}}$$

$$S = \frac{((n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2)}{(n_1 + n_2) - 2}$$

$$= \frac{10,6759}{1,98335 \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{1}{7}}}$$

$$S = \frac{(7 - 1) \times 3,2568 + (7 - 1) \times 0,7099}{(7 + 7) - 2}$$

$$= 10,0702$$

$$= \frac{19,5408 + 4,2594}{12}$$

$$= 1,98335$$

LAMPIRAN 8

TABEL TITIK PRESENTASE DISTRIBUSI T

Titik Persentase Distribusi t (df = 1 – 40)

Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
df	0.50	0.20	0.10	0.050	0.02	0.010	0.002
1	1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2	0.81650	1.86562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3	0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4	0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5	0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6	0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7	0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370
11	0.69745	1.36343	1.79588	2.20099	2.71808	3.10581	4.02470
12	0.69548	1.35622	1.78229	2.17881	2.68100	3.05454	3.92963
13	0.69383	1.35017	1.77093	2.16037	2.65031	3.01228	3.85198
14	0.69242	1.34503	1.76131	2.14479	2.62449	2.97684	3.78739
15	0.69120	1.34061	1.75305	2.13145	2.60248	2.94671	3.73283
16	0.69013	1.33676	1.74568	2.11991	2.58349	2.92078	3.68615
17	0.68920	1.33338	1.73961	2.10982	2.56693	2.89823	3.64577
18	0.68836	1.33039	1.73406	2.10092	2.55238	2.87844	3.61048
19	0.68762	1.32773	1.72913	2.09302	2.53948	2.86093	3.57940
20	0.68695	1.32534	1.72472	2.08596	2.52798	2.84534	3.55181
21	0.68635	1.32319	1.72074	2.07961	2.51765	2.83136	3.52715
22	0.68581	1.32124	1.71714	2.07387	2.50832	2.81876	3.50499
23	0.68531	1.31946	1.71387	2.06866	2.49987	2.80734	3.48496
24	0.68485	1.31784	1.71088	2.06390	2.49216	2.79694	3.46678
25	0.68443	1.31635	1.70814	2.05954	2.48511	2.78744	3.45019
26	0.68404	1.31497	1.70562	2.05553	2.47863	2.77871	3.43500
27	0.68368	1.31370	1.70329	2.05183	2.47266	2.77068	3.42103
28	0.68335	1.31253	1.70113	2.04841	2.46714	2.76326	3.40816
29	0.68304	1.31143	1.69913	2.04523	2.46202	2.75639	3.39624
30	0.68276	1.31042	1.69726	2.04227	2.45726	2.75000	3.38518
31	0.68249	1.30946	1.69552	2.03951	2.45262	2.74404	3.37490
32	0.68223	1.30857	1.69389	2.03693	2.44868	2.73848	3.36531
33	0.68200	1.30774	1.69236	2.03452	2.44479	2.73328	3.35634
34	0.68177	1.30695	1.69092	2.03224	2.44115	2.72839	3.34793
35	0.68156	1.30621	1.68957	2.03011	2.43772	2.72381	3.34005
36	0.68137	1.30551	1.68830	2.02809	2.43449	2.71948	3.33262
37	0.68118	1.30485	1.68709	2.02619	2.43145	2.71541	3.32563
38	0.68100	1.30423	1.68595	2.02439	2.42857	2.71156	3.31903
39	0.68083	1.30364	1.68488	2.02269	2.42584	2.70791	3.31279
40	0.68067	1.30308	1.68385	2.02108	2.42326	2.70446	3.30688