



**Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi
Berbasis Camera Webcam PC**

SKRIPSI

Oleh :

Ilham Defri Saputro

NIM. 071810301091

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2015



Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi
Berbasis Camera Webcam PC

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh :

Ilham Defri Saputro

NIM. 071810301091

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Ucapan terima kasih dan rasa syukur kupanjatkan kehadiran ALLAH SWT. atas limpahan Taufiq dan HidayahNya, serta sholawat dan salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan kami Nabi Muhammad SAW. sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. ibunda tercinta Sri Umiyati S.Pd , terima kasih atas semua doa yang tulus dan tiada henti, mendidik dan menyayangi dengan ikhlas serta mendukung dan memotivasi dalam setiap langkah hidup ini,
2. adik tercinta Wahtu Tryan Yugo Saputro terima kasih atas dukungan dan perhatian selama ini,
3. semua Bapak dan Ibu Guru SDN Sukowono 07, SLTPN 02 Sukowono; SMAN 01 Kalisat-Jember,
4. Almamater tercinta, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.

MOTTO

Kebanyakan orang mengatakan kecerdasan yang melahirkan
seorang ilmuwan. Mereka salah, karakter yang melahirkan
seorang ilmuwan besar (Albert Einstein)**



**Kutipan Albert Einstein, Fisikawan Dan Ilmuwan Modern.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Defri Saputro

NIM : 071810301091

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa karya ilmiah berjudul “Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi Berbasis Camera Webcam PC” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instituti mana pun, dan bukan merupakan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Febuari 2015

Yang menyatakan

Ilham Defri Saputro

NIM 071810301091

SKRIPSI

**Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi
Berbasis Camera Webcam PC**

Oleh

Ilham Defri Saputro

NIM 071810301091

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Tri Mulyono, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Asnawati, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Karya ilmiah skripsi berjudul “Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi Berbasis Camera Webcam PC” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji :

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA)

Tri Mulyono, S.Si, M.Si
NIP 196810201998021002

Asnawati, S.Si, M.Si
NIP 196808141999032001

Anggota Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Dwi Indarti, S.Si, M.Si
NIP 197409012000032004

Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D
NIP 196605291993031003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi Berbasis Camera Webcam PC; Ilham Defri Saputro, 071810301091: 2015; 58 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Titrasi merupakan suatu proses saat suatu larutan ditambahkan dari buret sedikit demi sedikit sampai jumlah zat yang direaksikan tepat menjadi ekuivalen satu sama lain. Titrasi antara asam dan basa sangat berguna untuk mengukur pH pada berbagai variasi titik melalui reaksi kimia.

Penelitian ini dilakukan dengan maksud dan tujuan untuk mengoptimalkan alat-alat sederhana untuk proses titrasi dengan mendesain alat baru agar lebih cepat, mudah dan baik. Alat titrator dalam penelitian ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan metode titrasi yang sudah ada. Titrator pada penelitian ini berfungsi untuk membantu dalam mengamati tampilan perubahan pH pada layar LCD pH meter saku Hanna dan merekam hasil perubahan nilai pH pada komputer. Komponen yang dipakai dalam penelitian untuk membuat desain titrator otomatis ini berupa pH meter saku Hanna, motor listrik DC, rangkaian PWM, pompa aquarium, Labjack, komputer serta *software Labview 8.6*, adaptor 12 Volt, dan *relay*.

Pelaksanaan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: (i) penyiapan alat dan bahan, (ii) kalibrasi laju alir pompa untuk titran, (iii) pengujian sistem titrator otomatis dengan menggunakan titrasi asam basa, (iv) analisa data (uji akurasi, presisi dan uji-t).

Pengujian proses titrasi dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi pada titrasi asam kuat dengan basa kuat. Basa kuat (NaOH) sebagai titran menggunakan konsentrasi sebesar 0,099 M yang digunakan sebagai titran. Asam kuat (HCl) yang digunakan dalam pengujian titrator otomatis bervariasi antara lain, 0,1 M; 0,05 M; 0,01 M yang digunakan sebagai titrat. Pengujian selanjutnya adalah dengan titrasi asam lemah dengan basa kuat, basa kuat yang digunakan

masih sama yaitu NaOH dengan konsentrasi 0,099 M dan asam lemah (CH_3COOH) yang digunakan variasi sebesar 0,1 M; 0,05 M; 0,01 M. Hasil pengujian titrator otomatis ini kemudian diuji akurasi, presisi dan uji-t.

Hasil perhitungan akurasi membuktikan bahwa titrasi asam kuat dengan basa kuat mempunyai akurasi sebesar 100,4% untuk konsentrasi uji HCl 0,1 M, 105,8% untuk konsentrasi uji HCl 0,05 M dan 107% untuk konsentrasi uji HCl 0,01 M. Hasil perhitungan presisi digunakan nilai dari koefisien variasi, semakin kecil nilai koefisien variasi maka data yang didapatkan semakin presisi. Pengujian data yang terakhir adalah pengujian uji-t didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 31,614 yang mempunyai arti bahwa t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} maka metode ini tidak memiliki beda nyata dalam perolehan data dibandingkan dengan metode konvensional.

Hasil perhitungan akurasi membuktikan bahwa titrasi asam lemah dan basa kuat memiliki akurasi sebesar 101,4% untuk konsentrasi uji CH_3COOH 0,1 M; 104,4% untuk konsentrasi uji CH_3COOH 0,1 M; dan 107% untuk konsentrasi uji CH_3COOH 0,1 M. Hasil perhitungan presisi digunakan nilai dari koefisien variasi, semakin kecil nilai koefisien variasi maka data yang didapatkan semakin presisi. Pengujian data yang terakhir adalah pengujian uji-t didapatkan nilai t_{hitung} sebesar tak hingga yang mempunyai arti bahwa t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} maka metode ini tidak memiliki beda nyata dalam perolehan data dibandingkan dengan metode konvensional.

Hasil penelitian ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa pengoptimalan pH meter saku Hanna menggunakan kamera webcam PC jika diterapkan untuk titrasi asam kuat basa kuat dan asam lemah basa kuat memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan memiliki kepresisian yang tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan nilai akurasi yang besar dan juga nilai $K_v < 5\%$ yang artinya metode ini memiliki presisi yang baik.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimalisasi Penggunaan pH Meter Saku Hanna untuk Titrasi Berbasis Camera Webcam PC”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan stata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Mipa Universitas Jember;
3. Tri Mulyono, S.Si, M.Si dan Asnawati S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta perhatian untuk memberi dukungan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini;
4. Dwi Indarti, S.Si, M.Si dan Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Ketua Laboratorium Kimia Fisik Ibu Dwi Indarti, S.Si, M.Si dan Ibu Jun Rahmasari selaku teknisi Laboratorium Kimia Fisik.
6. dosen-dosen FMIPA dan dosen-dosen Jurusan Kimia yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan;
7. teman-teman angkatan 2007, terima kasih untuk semua kekompakan, segala bantuan dan semangat yang telah diberikan, kakak-kaka angkatan 2005 dan 2006, adik-adik angkatan 2008, 2009,2010
8. teman-teman dari berbagai jurusan seperti fisika, matematika, dan biologi yang telah memberi masukan dan saran;
9. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun. Akhirnya penulis berharap semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 20 Januari 2015

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | iv |
| HALAMAN PENGESAHAN | v |
| RINGKASAN | vi |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Titrasi | 5 |
| 2.2 Analisis Titrimetri | 6 |
| 2.3 Penentuan Titik Akhir Titrasi | 9 |

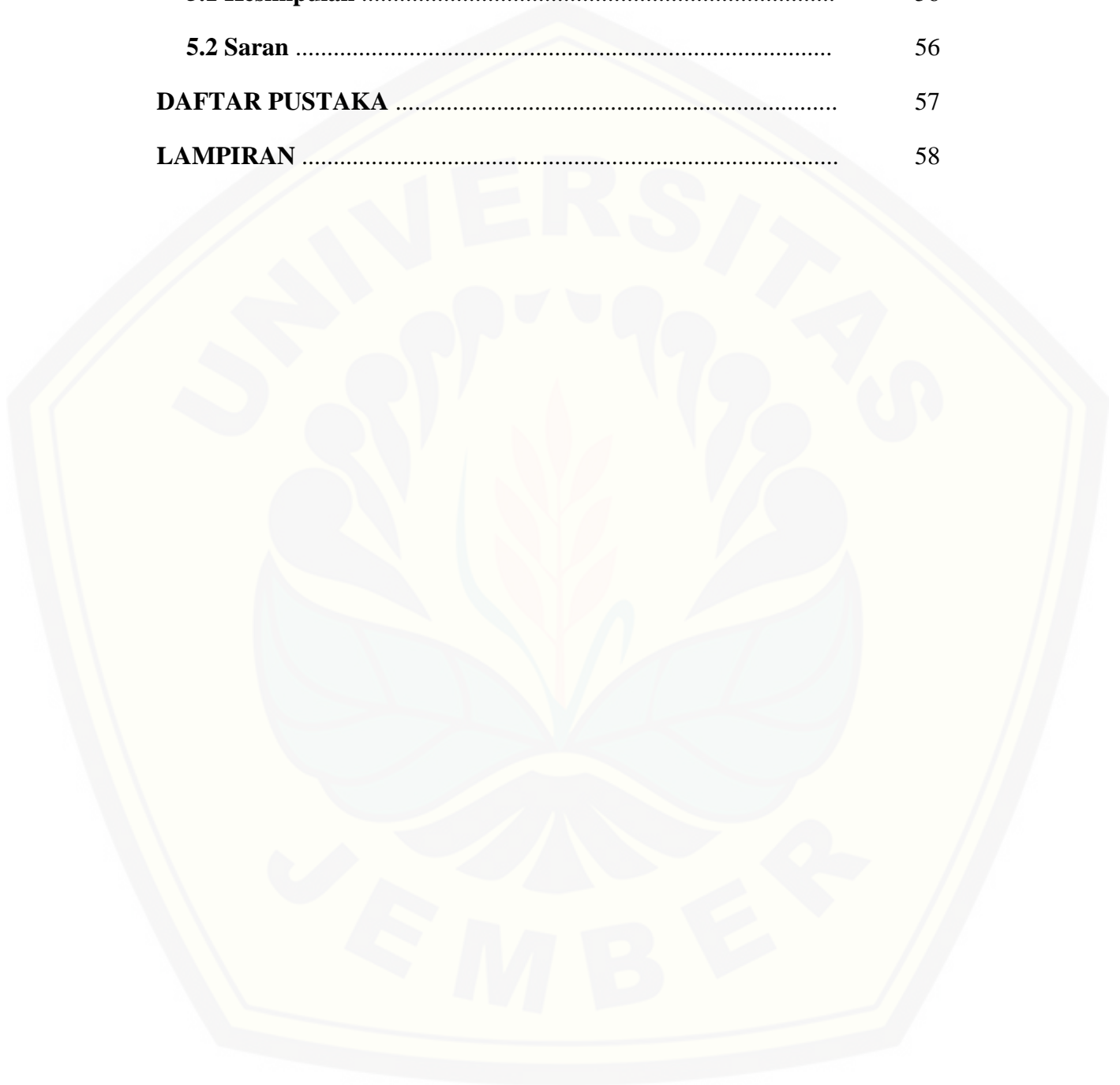
| | |
|--|-----------|
| 2.3.1 Kurva titrasi asam kuat dan basa kuat | 10 |
| 2.3.2 Kurva titrasi asam lemah dan basa kuat | 10 |
| 2.3.3 Kurva titrasi asam kuat dan basa lemah..... | 11 |
| 2.3.4 Kurva titrasi basa kuat dan asam lemah | 12 |
| 2.4 pH meter | 13 |
| 2.5 Metode Potensiometri Untuk Analisis | 13 |
| 2.6 Software LabView | 15 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 17 |
| 3.2 Alat dan Bahan | |
| 3.2.1 Alat | 17 |
| 3.2.2 Bahan | 17 |
| 3.3 Rancangan Penelitian | |
| 3.3.1 Diagram Alir Kerja Penelitian | 18 |
| 3.3.2 Desain Titrator | 19 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | |
| 3.4.1 Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,1 M | 21 |
| 3.4.2 Pembuatan Larutan NaOH 1 M | 21 |
| 3.4.3 Pembuatan Larutan Asam Klorida (HCl) | 21 |
| 3.4.4 Pembuatan Larutan Asam Asetat | 22 |
| 3.4.5 Pengukuran Menggunakan Titrator Konvensional .. | 22 |
| 3.4.6 Pengujian Titrasi Asam Kuat Basa Kuat | 23 |
| 3.4.7 Pengujian Titrasi Asam Lemah Basa Kuat | 23 |
| 3.5 Pengujian Sistem Kalibrasi Volume dan Waktu | 23 |
| 3.6 Analisa Data | |

| | |
|--------------------------------|----|
| 3.6.1 Pengukuran Akurasi | 23 |
| 3.6.2 Penentuan Presisi | 24 |
| 3.6.3 Uji Beda (Uji-t) | 25 |

BAB 4. HASIL dan PEMBAHASAN

| | |
|--|-----------|
| 4.1 Desain Titrator Otomatis Menggunakan pH Meter Saku Hanna dan Kamera Webcam PC | 26 |
| 4.1.1 Hubungan Volume dengan Jumlah Titik | 29 |
| 4.2 Pembuatan Program | 32 |
| 4.3 Penggunaan Labjack UE9 sebagai ADC | 35 |
| 4.4 Penggunaan Relay untuk Mengatur Gerak Pompa dan Stirer Magnetik Buatan | 36 |
| 4.5 Penggunaan NE 555 Sebagai Kontrol Kecepatan Motor DC Pada Magnetic Stirer | 37 |
| 4.6 Hasil Analisis Dari Proses Titrasi Otomatis..... | 38 |
| 4.6.1 Hasil Titrasi Otomatis Asam Kuat (HCl) dan Basa Kuat (NaOH)..... | 39 |
| 4.6.2 Hasil Titrasi Otomatis Asam Kuat (CH ₃ COOH) dan Basa Kuat (NaOH) | 45 |
| 4.7 Hasil Titrasi Konvensional Asam Kuat (HCL) dan Basa Kuat (NaOH)..... | 49 |
| 4.8 Tingkat Akurasi, Presisi Dan Uji Statistik (Uji-t) Desain Titrator Menggunakan Ph Meter Saku Hanna Dan Kamera Webcam PC | |
| 4.8.1 Akurasi | 50 |
| 4.8.2 Presisi | 53 |

| | |
|------------------------------|----|
| 4.8.3 Uji Beda (Uji-t) | 54 |
| BAB 5. PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | 56 |
| 5.2 Saran | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA | 57 |
| LAMPIRAN | 58 |



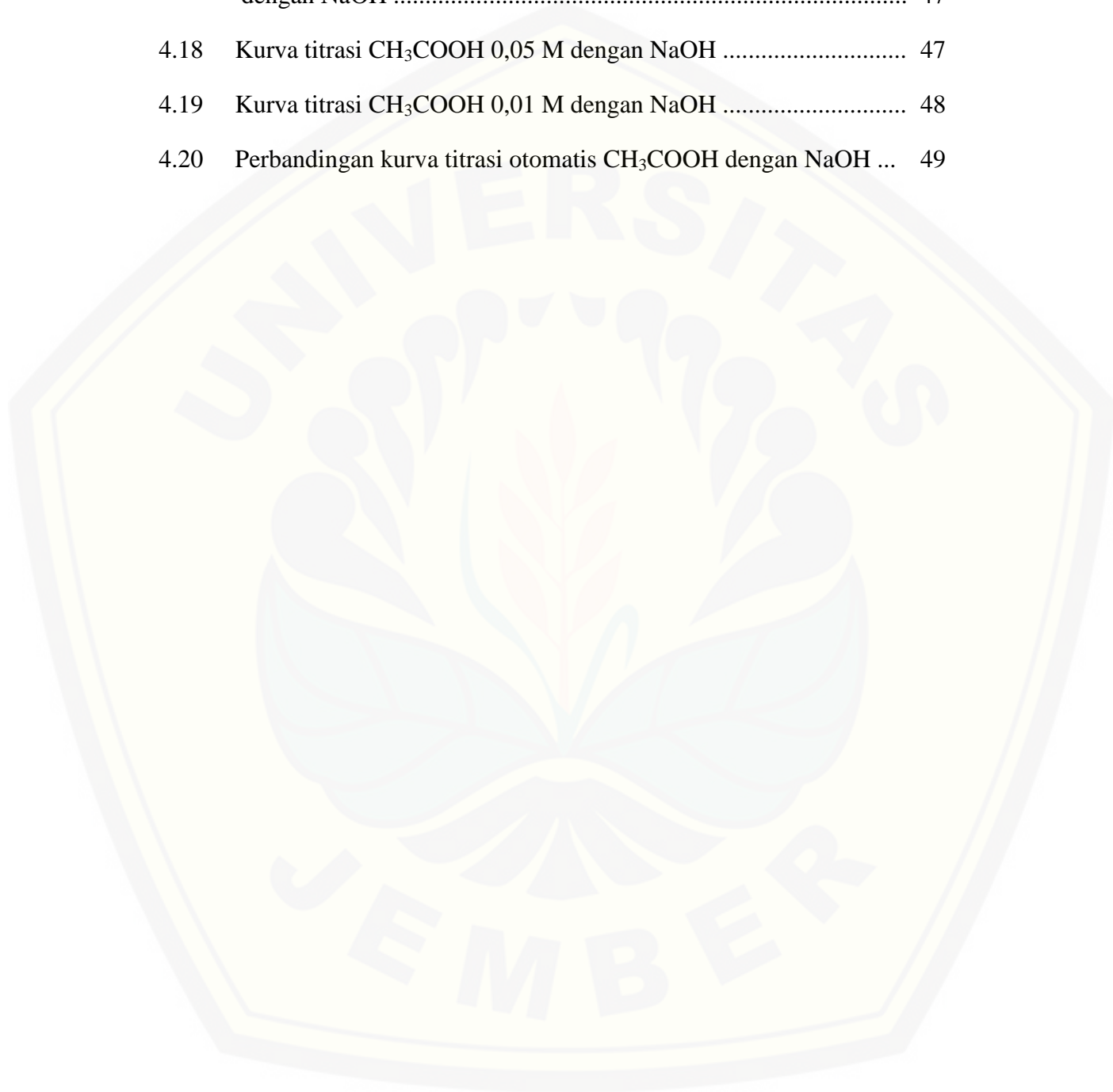
DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| 4.1 Data Penentuan Volume Tetesan Titran | 30 |
| 4.2 Hasil Standarisasi Larutan NaOH Menggunakan Asam Oksalat 0,1 M | 39 |
| 4.3 Hasil Titration Otomatis Menggunakan pH Saku Hanna dan Kamera Webcam PC Menggunakan Larutan HCl 0,1 M | 40 |
| 4.4 Hasil Titration Asam Lemah CH ₃ COOH 0,1 M Dan Basa Kuat NaOH | 45 |
| 4.5 Data Perhitungan Akurasi Perbandingan Titration Asam Kuat Basa Kuat Titrator Otomatis Dna Titrator Konvensional | 51 |
| 4.6 Data Perhitungan Akurasi Perbandingan Titration Asam Lemah Basa Kuat Titrator Otomatis Dan Titrator Konvensional | 52 |
| 4.7 Data Perbandingan Nilai Konsentrasi Titrator Otomatis Dengan Konvensional Asam Kuat Dengan Basa Kuat | 54 |
| 4.8 Data Perbandingan Nilai Konsentrasi Titrator Otomatis Dengan Konvensional Titration Asam Lemah Dengan Basa Kuat | 54 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Kurva titrasi asam kuat dan basa kuat | 10 |
| 2.2 Kurva titrasi asam lemah dan basa kuat | 11 |
| 2.3 Kurva titrasi asam kuat dan basa lemah | 12 |
| 2.4 Kurva titrasi basa kuat dan asam lemah; | 12 |
| 2.5 Front panel program titrator otomatis pembacaan LCD oleh kamera webcam | 16 |
| 3.1 Desain titrator otomatis menggunakan pH meter saku Hanna | 19 |
| 4.1 Komponen rangkaian titrator otomatis | 27 |
| 4.2 Desain titrator otomatis dengan semua komponen | 29 |
| 4.3 Grafik kalibrasi laju alir titran | 31 |
| 4.4 Blok diagram program keseluruhan untuk pompa otomatis, pengaduk otomatis, dan analisis data | 33 |
| 4.5 Tampilan front panel program titrator otomatis | 33 |
| 4.6 Blok diagram program capture | 34 |
| 4.7 Front panel program capture | 35 |
| 4.8 Labjack UE9 | 36 |
| 4.9 Relay | 37 |
| 4.10 Stirer magnetik buatan | 38 |
| 4.11 Kurva titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,1 M | 41 |
| 4.12 Kurva turunan pertama uji titrator otomatis dengan HCl 0,1 M ... | 41 |
| 4.13 Kurva titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,05 M | 42 |
| 4.14 Kurva titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,01 M | 43 |
| 4.15 Plot ketiga titrasi otomatis NaOH dengan HCl | 44 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.16 | Kurva titrasi CH_3COOH 0,1 M dengan NaOH | 46 |
| 4.17 | Kurva turunan pertama titrasi otomatis CH_3COOH 0,1 M dengan NaOH | 47 |
| 4.18 | Kurva titrasi CH_3COOH 0,05 M dengan NaOH | 47 |
| 4.19 | Kurva titrasi CH_3COOH 0,01 M dengan NaOH | 48 |
| 4.20 | Perbandingan kurva titrasi otomatis CH_3COOH dengan NaOH ... | 49 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran A. Kalibrasi laju alir titran | 59 |
| Lampiran B. Perhitungan konsentrasi titrator otomatis (NaOH) | 60 |
| Lampiran C. Perhitungan konsentrasi titrator konvensional (NaOH) . | 63 |
| Lampiran D. Perhitungan akurasi titrator otomatis asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH)..... | 66 |
| Lampiran E. Perhitungan akurasi titrator otomatis asam lemah (CH ₃ COOH) dengan basa kuat (NaOH) | 67 |
| Lampiran F. Perhitungan akurasi titrator konvensional asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH)..... | 68 |
| Lampiran G. Perhitungan akurasi titrator konvensional asam lemah (CH ₃ COOH) dengan basa kuat (NaOH) | 69 |
| Lampiran H. Perhitungan presisi titrator otomatis asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH)..... | 70 |
| Lampiran I. Perhitungan presisi titrator konvensional asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH)..... | 71 |
| Lampiran J. Perhitungan presisi titrator otomatis asam lemah (CH ₃ COOH) dengan basa kuat (NaOH) | 72 |
| Lampiran K. Perhitungan presisi titrator konvensional asam lemah (CH ₃ COOH) dengan basa kuat (NaOH) | 73 |
| Lampiran I. Perhitungan uji beda (uji-t) | 74 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Titration merupakan suatu proses saat suatu larutan ditambahkan dari buret sedikit demi sedikit sampai jumlah zat yang direaksikan tepat menjadi ekuivalen satu sama lain. Tipe reaksi yang biasa digunakan dalam titration adalah reaksi penetralan (asam basa), reaksi pembentukan kompleks, reaksi pengendapan, reaksi oksidasi-reduksi (Hardjadi,1990).

Titration adalah suatu teknik analisis yang mengacu pada proses pengukuran volume titran yang diperlukan untuk mencapai ekuivalen. Titik ekuivalensi dapat dideteksi apabila terdapat suatu zat atau indikator. Pemilihan indikator untuk menentukan titik ekuivalen merupakan salah satu aspek yang penting dalam titration (Hendayana, 1994).

Selama ini metode titration sering digunakan di laboratorium kimia seperti laboratorium industri, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), riset, maupun di laboratorium kerja mahasiswa. Metode titration yang digunakan saat ini masih bersifat manual dan proses titration juga membutuhkan ketelitian dari pengguna/ analis. Analis berperan penuh dalam proses titration manual, pada saat proses titration berlangsung analis harus memegang erlenmeyer sebagai wadah untuk diaduk-aduk agar proses titration sempurna, analis harus mengamati secara teliti untuk mendapatkan titik ekuivalen yang akurat, dan para analis masih harus menghitung secara matematis untuk mendapatkan konsentrasi dari suatu larutan hasil titration.

Dalam tahun-tahun belakangan ini, beberapa titrator otomatis telah tersedia secara komersial. Instrumen ini sangat bermanfaat untuk melakukan analisis rutin (Skoog, 1998). Harganya yang relatif mahal membuat instrumen ini belum banyak digunakan di laboratorium-laboratorium, sehingga diperlukan penelitian awal untuk mempelajari pembuatan instrumen semacam ini. Pemanfaatan instrumen-instrumen yang tersedia di laboratorium perlu dioptimalkan kegunaan dan fungsi dasar dari alat tersebut, seperti pH/mV meter

saku Hanna dan webcam PC. Penggunaan pH meter saku Hanna untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada proses titrasi dan webcam PC untuk merekam semua perubahan yang terjadi. Satu proses titrasi menggunakan pH meter saku Hanna memerlukan waktu untuk menyelesaikan titrasi cukup lama dan tentu rentang kesalahan pengamatan hasil angka yang tertera di LCD pH meter. Hal ini dikarenakan dalam satu proses titrasi kita harus menambahkan titrat tetes demi tetes, dan setiap tetes yang ditambahkan kita harus mengukurnya dengan pH meter Hanna. Setiap tetes yang ditambahkan kita harus mencatat hasil yang ditunjukkan pH meter. Bayangkan jika hal ini harus dilakukan untuk jumlah sampel yang banyak. Selain tidak efisien waktu, penggunaan pH meter Hanna untuk titrasi rawan kesalahan dalam pengamatan dan perekaman data, maka dari semua kelemahan-kelemahan yang ada dalam metode titrasi menggunakan pH saku Hanna, diharapkan metode penggunaan pH meter saku Hanna berbasis webcam PC dapat mempermudah dalam proses analisis titrasi dan perekaman hasil titrasi.

Kelebihan dari sistem titrasi menggunakan pH meter saku Hanna berbasis kamera webcam PC antara lain, ketika titrasi berjalan tidak perlu menunggu proses selesai melainkan dapat melakukan tugas lain seperti menyiapkan sampel untuk titrasi kedua. Selain itu, ketika jumlah sampel yang diteliti cukup banyak, maka mengerjakan titrasi cukup mudah serta tidak perlu melakukan pencatatan data yang begitu banyak. Titrasi konvensional sebagai metode pembandingan dalam proses titrasi membutuhkan waktu yang lama untuk satu kali titrasi dan untuk satu sampel, serta pengamatan yang cukup banyak akan menjadi tidak efektif. Adanya faktor kesalahan manusia dalam proses pembacaan, pencatatan dan analisa data perlu dipertimbangkan.

Melihat kelebihan dan kelemahan tersebut, maka dalam penelitian ini akan mengkaji pembuatan sistem titrasi menggunakan pH meter Hanna berbasis kamera webcam PC, sehingga dapat mempermudah pekerjaan analisa titrasi. Susunan sistem titrasi menggunakan pH meter saku hanna berbasis kamera webcam PC akan diuji dengan menggunakan titrasi asam basa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

- 1) Dapatkah pH meter saku Hanna tersebut digunakan dalam proses titrasi yang berbasis kamera webcam PC?
- 2) Apakah desain titrasi dengan memanfaatkan pH meter saku Hanna dan kamera webcam PC dapat digunakan sebagai alternatif titrasi ditinjau dari tingkat akurasi, presisi, dan hasil uji beda (uji-t) dengan menggunakan metode konvensional?

1.3 Batasan Masalah

- 1) Kamera webcam PC yang digunakan adalah webcam tipe Genius v2.0;
- 2) Pengujian dilakukan pada titrasi asam-basa:
 - a. Asam kuat dan basa kuat (HCl dengan NaOH)
 - b. Asam lemah dan basa kuat (CH₃COOH dengan NaOH);
- 3) Metode yang digunakan sebagai pembanding adalah metode titrasi konvensional yang menggunakan indikator PP;
- 4) Variasi konsentrasi standar yang digunakan adalah HCL (0,1 M; 0,05 M; 0,01 M), CH₃COOH(0,1 M; 0,05 M; 0,01 M).

1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui kamera webcam PC dapat digunakan sebagai alat bantu memonitor tampilan LCD pada pH meter saku Hanna
- 2) Mengetahui kelayakan pH saku Hanna untuk proses analisis titrasi
- 3) Mengetahui tingkat akurasi, dan presisi dari hasil titrasi menggunakan pH meter saku Hanna berbasis kamera webcam PC

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu langkah yang baik dalam pengembangan dan penerapan titrasi dalam beberapa pekerjaan kegiatan praktikum kimia analitik di laboratorium analitik, maupun pengembangan instrumen-instrumen yang ada di laboratorium kimia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

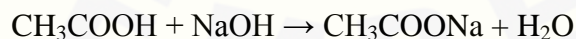
2.1 Titrasi

Istilah titrasi mengacu pada proses pengukuran volume uji (larutan standart) yang diperlukan untuk mencapai titik kesetaraan. Reaksi dijalankan dengan metode titrasi dapat berarti bahwa suatu larutan ditambahkan dari buret sedikit demi sedikit, sampai jumlah zat-zat yang direaksikan tepat menjadi ekuivalen satu sama lain. Titran yang ditambahkan sudah tampak ekuivalen maka penambahan titran harus dihentikan, perubahan warna saat dinamakan titik akhir titrasi. Larutan yang ditambahkan dari buret disebut titran, sedangkan larutan yang ditambahkan oleh titran dinamakan titrat. Reaksi kimia yang dapat berperan sebagai dasar untuk penetapan titrasi dikelompokkan 4 jenis, yaitu titrasi asam basa, redoks (reduksi-oksidasi), pengendapan dan pembentukan kompleks.

Penetapan konsentrasi yang digunakan dalam analisis titrasi adalah molaritas (M) atau normalitas (N) karena penghitungan dalam analisis sangat sederhana dan paling sering digunakan dalam prosedur laboratorium. Volume titran dapat diukur dengan teliti dan bila konsentrasi titran diketahui, maka jumlah mol titran dapat diketahui berdasarkan persamaan reaksi dan nilai koefisien titran (Harjadi, 1990).

Reaksi dalam proses titrasi harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Reaksi harus bersifat stoikiometri yaitu reaksi antara analit dan titran harus diketahui dengan baik. Titrasi asam asetat (CH_3COOH) dengan natrium hidroksida (NaOH) sebagai contoh reaksi yang diketahui dengan baik terjadi :



- b. Reaksi harus cepat dan reversibel, bila tidak cepat maka titrasi akan memakan waktu terlalu banyak apalagi menjelang titik akhir titrasi. Reaksi tidak reversibel, maka penentuan titik akhir titrasi tidak tegas.
- c. Reaksi samping harus tidak ada dan reaksi harus spesifik, jika ada reaksi yang mengganggu, harus dihilangkan dulu.

- d. Perubahan dalam sifat larutan harus jelas ketika reaksi lengkap. Perubahan ini dapat berupa perubahan warna larutan atau sifat listik atau sifat fisika yang lain dari larutan. Titrasi asam asetat dengan natrium hidroksida, menghasilkan peningkatan pH yang tajam ketika reaksi lengkap. Perubahan warna disebabkan oleh penambahan indikator yang warna perubahan larutan tidak tergantung pada sifat-sifat larutan misalnya pH.
- e. Titik ekuivalen atau titik dimana jumlah stoikiometri titran yang ditambahkan setara dengan titrat. Titik dimana titik reaksi lengkap yang teramati dideteksi dinamakan titik ekuivalen yaitu ketika perubahan sifat-sifat larutan dideteksi. Titik akhir harus bersesuaian dengan titik ekuivalen atau interval yang dapat dihasilkan kembali.
- f. Reaksi harus bersifat kuantitatif, yaitu kesetimbangan reaksi harus jauh kekanan sehingga perubahan tajam akan terjadi titik akhir untuk mendapatkan akurasi yang diinginkan. Kesetimbangan tidak terletak jauh kekanan, maka akan terdapat perubahan pelan-pelan dalam sifat yang menandai titik akhir (misal pH) dan hal ini akan menyulitkan dalam pendeteksian (Cristian G.D, 1994).

2.2 Analisis Titrimetri

Analisis adalah pemeriksaan atau penentuan sesuatu bahan dengan teliti. Analisis ini dapat dibagi menjadi 2 bagian yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Analisis kualitatif adalah pemeriksaan sesuatu berdasarkan komposisi atau kualitas, sedangkan analisis kuantitatif adalah pemeriksaan berdasarkan jumlah atau kuantitatif, saat ini yang dibahas hanyalah analisis kuantitatif. Salah satu cara analisis kuantitatif adalah titrimetri, yaitu analisis penentuan konsentrasi dengan mengukur volume larutan yang akan ditentukan nilai konsentrasi titrat dengan volume larutan yang telah diketahui konsentrasi titran dengan teliti atau analisis yang berdasarkan pada reaksi kimia. Reaksi pada penentuan ini harus berlangsung secara kuantitatif.

Jenis reaksi yang terjadi pada titrimetri ini dapat dibagi menjadi 2 bagian antara lain reaksi yang tidak mengalami perubahan bilangan oksidasi atau reaksi

yang tidak terjadi transfer electron dan reaksi yang mengalami perubahan bilangan oksidasi atau reaksi yang terjadi transfer elektron.

Reaksi yang tidak mengalami perubahan bilangan oksidasi pada saat ini yang akan dipelajari, karena dasar yang dipelajari baru sampai tahap ini. Reaksi yang tidak mengalami perubahan bilangan oksidasi meliputi: reaksi penetralan(asam-basa), reaksi pembentukan endapan, reaksi pembentukan kompleks. Kegiatan reaksi yang dibahas saat ini hanya reaksi asam-basa karena dasar-dasar mengenai teori ini sudah diperoleh yaitu teori asam-basa, sifat-sifat unsur golongan IA(1), IIA(2), IVA(16), IIVA(17), larutan, dan konsentrasi larutan. Reaksi asam basa adalah reaksi yang terjadi antara larutan asam dengan larutan basa, hasil reaksi ini dapat bersifat netral disebut juga reaksi penetralan, asam, dan basa tergantung pada larutan yang direaksikan. Larutan yang direaksikan dalam proses titrasi salah satu larutan disebut larutan baku.

Larutan baku adalah larutan yang konsentrasi larutan tersebut sudah diketahui dengan pasti. Larutan baku ditempatkan pada alat yang bernama buret, yang sekaligus berfungsi sebagai alat ukur volume larutan baku. Larutan yang akan ditentukan konsentrasi atau kadar, diukur volume larutan tersebut dengan menggunakan pipet seukuran/gondok (pipet volumetri) dan ditempatkan di erlenmeyer. Larutan baku ini ada 2 jenis yaitu larutan baku primer dan larutan baku sekunder.

Larutan baku dapat dibuat dengan cara penimbangan zat lalu dilarutkan dalam sejumlah pelarut (air). Larutan baku ini sangat bergantung pada jenis zat yang ditimbang. Larutan yang dibuat dari zat yang memenuhi syarat-syarat tertentu disebut larutan baku primer. Syarat agar suatu zat menjadi zat baku primer adalah: memiliki tingkat kemurnian yang tinggi, kering, tidak terpengaruh oleh udara/lingkungan(zat tersebut stabil), mudah larut dalam air, mempunyai massa ekuivalen yang tinggi.

Larutan baku primer dibuat hanya sedikit, penimbangan yang dilakukan harus teliti, dan dilarutkan dengan volume yang akurat. Pembuatan larutan baku primer ini dilakukan dalam labu ukur dengan volume tertentu. Zat yang dapat dibuat sebagai larutan baku primer adalah asam oksalat ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$), Boraks

($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), asam benzoate ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$). Larutan baku sekunder adalah larutan baku yang zat terlarut tidak harus zat yang tingkat kemurnian zat terlarut tersebut tinggi. Larutan baku sekunder ini nilai konsentrasi dapat ditentukan berdasarkan standarisasi dengan cara titrasi terhadap larutan baku primer. Sebagai larutan baku sekunder dapat digunakan larutan basa atau asam dari senyawa anorganik antara lain NaOH, HCl. Larutan baku sekunder ini tidak stabil sehingga perlu distandarisasi ulang setiap minggu.

Konsentrasi larutan baku yang digunakan dapat berupa molaritas (jumlah mol zat terlarut dalam satu liter larutan) dan normalitas (jumlah ekuivalen zat terlarut dalam satu liter larutan). Satuan molaritas merupakan satuan dasar yang digunakan secara internasional, sedangkan satuan normalitas biasa juga dilakukan dalam analisis karena dapat memudahkan perhitungan. Dikatakan bahwa yang akan dibahas hanyalah reaksi asam-basa pada saat ini, jadi harus diingat bahwa ekuivalen asam atau basa berhubungan dengan jumlah ion hidrogen atau ion hidroksil. Sebagai catatan kembali pernyataan satu ekuivalen asam adalah sejumlah asam yang dapat menghasilkan satu mol ion hidrogen (H^+ atau H_3O^+ satu ekuivalen basa adalah sejumlah basa yang dapat menghasilkan satu mol ion hidroksil (OH^-) atau sejumlah basa yang dapat menetralkan satu mol) ditambah ion hydrogen (H^+ atau H_3O^+).

2.3 Penentuan Titik Akhir Titrasi

Titrasi asam basa merupakan titrasi yang paling sederhana dan sering digunakan dalam percobaan. Titrasi asam basa melibatkan reaksi netralisasi di mana suatu asam bereaksi dengan sejumlah ekuivalen basa. Metode konvensional dengan menggunakan titrasi asam basa, larutan standart ditambahkan sedikit demi sedikit dari buret di mana konsentrasi larutan diketahui. Penambahan larutan standar ini diteruskan sampai kedua larutan mencapai titik ekuivalen. Penentuan titik akhir titrasi dapat menggunakan suatu zat yang disebut indikator. Indikator ini menanggapi jika ada muncul kelebihan larutan standar (titran) dengan perubahan warna, perubahan warna ini belum tentu dapat tepat pada titik

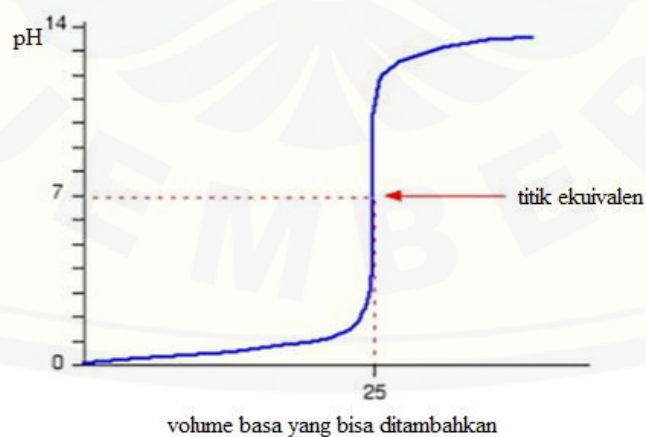
ekuivalen. Titik dalam titrasi asam-basa pada saat indikator berubah warna disebut titik akhir (Harjadi, 1990).

Titrasi potensiometri, titik akhir dideteksi dari perubahan potensial yang cukup besar ketika ditambahkan titran pada volume tertentu, dan perlu untuk melakukan percobaan pendahuluan untuk menetapkan titik ekuivalensi dari elektroda indikator (atau lebih tepat, potensial titik ekuivalensi untuk gabungan elektroda indikator-elektroda standart) dan untuk mencegah titik akhir melebihi titik ekuivalen maka harus diatur agar laju penambahan titran dikurangi ketika titik akhir didekati (Basset,dkk, 1994).

Seperti pembahasan di atas, titrasi merupakan sebuah cara untuk mengetahui konsentrasi sebuah larutan dengan jalan mereaksikan dengan larutan lain, bisa berupa asam atau basa. Titrasi dilakukan dengan menambahkan titran yang sudah diketahui nilai konsentrasi melalui buret pada titrat dengan volume tertentu yang dicari nilai konsentrasi larutan tersebut. Titrasi antara asam dan basa sangat berguna untuk mengukur pH pada berbagai variasi titik melalui reaksi kimia. Hasil dari reaksi tersebut adalah sebuah titrasi. Kurva titrasi adalah grafik sebagai fungsi pH dengan jumlah titran yang ditambahkan.

2.3.1 Kurva Titrasi Asam Kuat dan Basa Kuat

Gambar 2.1 merupakan contoh kurva titrasi yang dihasilkan ketika asam kuat (titrat) dititrasi dengan basa kuat (titran).

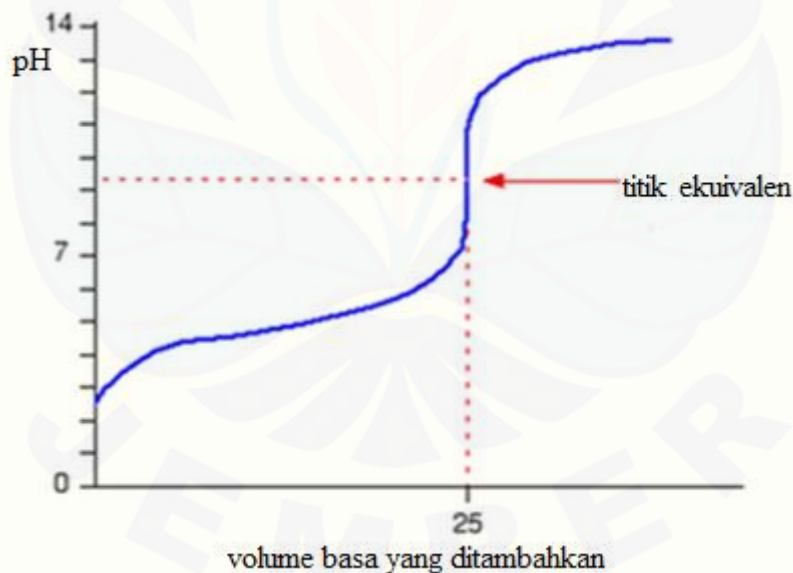


Gambar 2.1 Kurva titrasi asam kuat dan basa kuat

Titik ekuivalen titrasi adalah titik dimana titran ditambahkan tepat bereaksi dengan seluruh zat yang dititrasi tanpa ada titran yang tersisa, dengan kata lain titik ekuivalen jumlah mol titran setara dengan jumlah mol titrat menurut stoikiometri. Gambar 2.1 menjelaskan bahwa pada awal pH naik sedikit demi sedikit. Hal ini dikarenakan skala naik pada pH bersifat logaritmik, yang berarti pH 1 mempunyai keasaman 10 kali lipat daripada pH 2, ingat bahwa $\log 10$ adalah 1, konsentrasi ion hidrogen pada pH 1 adalah 10 kali lipat konsentrasi ion hidrogen pada pH 2, kemudian naik tajam di dekat titik ekuivalen. Di titik ini, ion hidrogen yang tersisa tinggal sedikit, dan hanya membutuhkan sedikit ion hidroksida untuk menaikkan pH.

2.3.2 Kurva Titrasi Asam Lemah dan Basa Kuat

Gambar 2.2 adalah contoh kurva titrasi yang dihasilkan ketika asam lemah dititrasi dengan basa kuat:



Gambar 2.2 Kurva titrasi Asam Lemah dan Basa Kuat

Kurva titrasi asam lemah dan basa kuat pada gambar 2.2 dapat dijelaskan sebagai berikut: asam lemah mempunyai pH yang rendah pada awal, pH naik lebih cepat

pada awal, tetapi kurang cepat saat mendekati titik ekuivalen, pH titik ekuivalen tidak tepat 7.

pH yang dihasilkan oleh titrasi asam lemah dan asam kuat lebih dari 7. Titrasi asam lemah dan basa kuat, pH akan berubah agak cepat pada awal, naik sedikit demi sedikit sampai mendekati titik ekuivalen. Kenaikan sedikit demi sedikit ini adalah karena larutan *buffer* (penyangga) yang dihasilkan oleh penambahan basa kuat. Sifat penyangga ini mempertahankan pH sampai basa yang ditambahkan berlebihan, dan kemudian pH naik lebih cepat saat titik ekuivalen.

2.3.3 Kurva Titrasi Asam Kuat dan Basa Lemah

Gambar 2.3 adalah contoh kurva titrasi yang dihasilkan ketika asam kuat dititrasi dengan basa lemah:

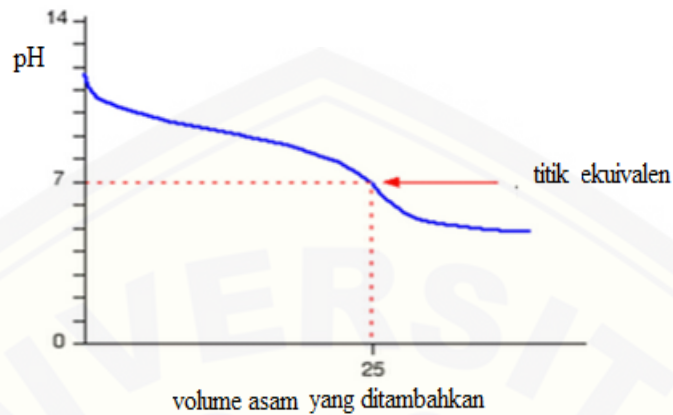


Gambar 2.3 Kurva titrasi Asam Kuat dan Basa Lemah

Kurva titrasi asam kuat dan basa lemah pada gambar 2.3 dapat dijelaskan sebagai berikut; asam kuat mempunyai pH yang rendah pada awal, pH naik perlahan saat permulaan, namun cepat saat mendekati titik ekuivalen, pH titik ekuivalen tidak tepat 7. Titik ekuivalen untuk asam kuat dan basa lemah mempunyai pH kurang dari 7.

2.3.4 Kurva Titrasi Basa Kuat dan Asam Lemah

Kurva titrasi asam lemah dan basa lemah adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Kurva titrasi Basa Kuat dan Asam Lemah

Asam lemah dan basa lemah pada gambar 2.4 di atas tidak menghasilkan kurva yang tajam, bahkan seperti tidak beraturan. Dalam kurva titrasi basa kuat dan asam lemah, ada sebuah titik infleksi yang hampir serupa dengan titik ekuivalen.

2.4 pH meter

pH meter adalah seperangkat alat pengukur potensial elektroda tanpa aliran arus dan sekaligus menguatkan sinyal yang ditimbulkan pada elektroda kaca (Khopkar, 2002). pH meter merupakan contoh aplikasi elektroda membran yang berguna untuk mengukur pH larutan, selain itu dapat juga untuk menentukan titik akhir titrasi asam basa pengganti indikator. Alat ini dilengkapi dengan elektroda kaca dan elektroda kalomel (SCE) atau gabungan dari kedua alat tersebut (elektroda kombinasi). Hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan elektroda-elektroda adalah cairan dalam elektroda harus selalu dijaga agar lebih tinggi dari larutan yang diukur (Hendayana, 1994).

Suatu pH meter selalu mempunyai pengendali berupa kontrol yang ditandai dengan adanya buffer standart, standarisasi atau kalibrasi, sehingga dengan gabungan elektroda tersebut yang dibenamkan dalam suatu larutan buffer yang memiliki nilai pH pasti, pembacaan skala dari instrumen ini dapat diubah agar sesuai dengan nilai yang benar (Basset,dkk, 1994).

2.5 Metode Potensiometri

Potensiometri adalah suatu teknik analisis yang didasarkan oleh pengukuran potensial suatu sensor atau elektroda. Teknik ini menerangkan bahwa suatu membran sensor atau permukaan sensor berfungsi sebagai setengah sel elektrokimia, yang menimbulkan potensial yang sebanding dengan logaritma dari aktivitas atau konsentrasi ion dianalisis. Potensial sel diperoleh dengan mengukur pada keadaan tidak ada arus yang melalui sel (Kennedy, 1990). Rumus sel elektrokimia yang lengkap dari potensial sel dapat ditentukan dengan persamaan :

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{ind}} - E_{\text{ref}} + E_j \quad (2.1)$$

dimana : E_{sel} = potensial sel

E_{ind} = potensial elektroda indikator

E_{ref} = potensial elektroda referensi

E_j = potensial dari *liquid junction*

Potensial sel bergantung pada aktivitas spesies ion tertentu dalam larutan sel, sehingga pengukuran potensial sel menjadi cukup penting dalam kimia analisis. Banyak kasus suatu sel dapat diperkirakan sehingga nilai potensial bergantung pada aktivitas suatu spesies ion tunggal dalam larutan itu. Salah satu elektroda ini disebut elektroda indikator, elektroda yang lain adalah pembanding, seperti kalomel yang potensialnya diketahui dan tetap konstan selama terjadi reaksi. Bila sepotong logam M dicelupkan ke dalam suatu larutan yang mengandung M^{n+} , maka terjadi suatu potensial elektroda, yang besar nilai potensial diberikan oleh persamaan Nerst sebagai berikut (Basset, dkk, 1994).

$$E = E_0 + (RT / nF) \ln a \quad (2.2)$$

E adalah potensial sel (volt), E_0 suatu potensial elektroda standar yang konstan dari logam itu (volt), R adalah tetapan gas ideal (8,314 J/mol K), T adalah temperatur (K), F adalah tetapan Faraday (96500 Coulomb), n adalah jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi, a adalah aktivitas dari logam M (Khopkar, 2002).

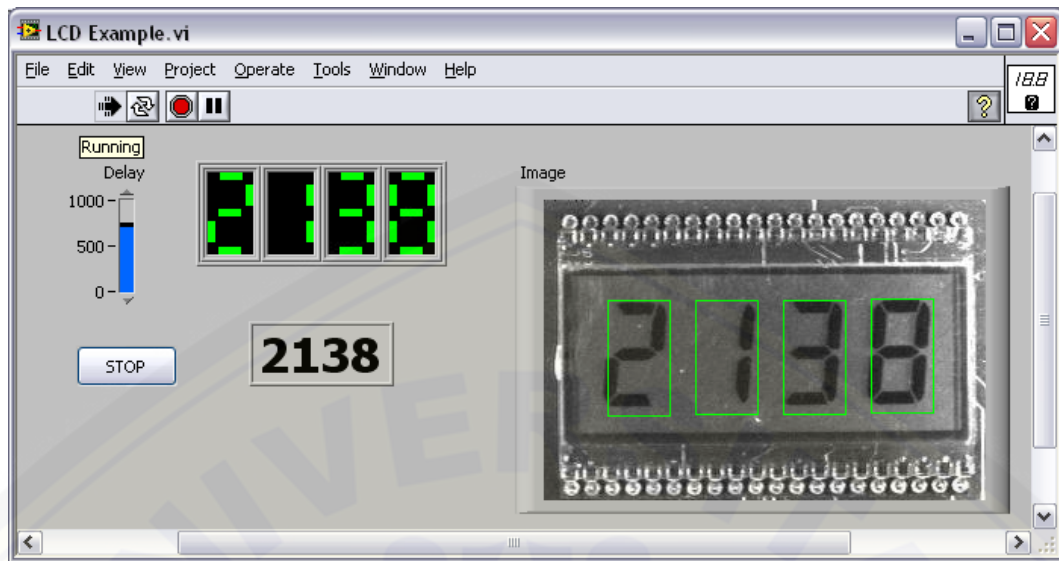
Dua metode yang digunakan dalam melakukan pengukuran suatu eksperimen. Pertama dilakukan pengukuran tunggal terhadap potensial itu, hal ini cukup untuk menetapkan aktivitas ion yang akan dicari. Kedua, ion itu dapat

dititrasi dan nilai dari potensial ion tersebut diukur sebagai fungsi volume titran. Metode yang pertama disebut potensiometri langsung yang telah digunakan dalam pengukuran pH larutan-air. Dewasa ini juga diterapkan secara meluas dalam penetapan ion-ion lain lewat penggunaan elektroda selektif ion. Metode kedua, disebut titrasi langsung, yaitu memanfaatkan pengukuran potensial untuk mendeteksi titik ekuivalen suatu titrasi. Metode ini dapat diterapkan pada semua jenis reaksi titrimetri.

Pengukuran potensiometri langsung sangat berguna untuk menetapkan aktivitas suatu spesies ion-ion dalam suatu campuran kesetimbangan, karena kesetimbangan tidak dikacaukan oleh pengukuran tersebut, sehingga pengukuran langsung memberikan aktivitas kesetimbangan proton dalam larutan itu pada saat kapan saja. Di lain pihak, metode titrasi menghasilkan informasi stoikiometri mengenai jumlah total proton yang tersedia (Day and Underwood, 1994).

2.6 Software *LabView*TM

*LabView*TM merupakan bahasa pemrograman yang menggunakan *G-Pogramming*, artinya pemrograman dengan sistem grafik yang menggunakan lambang grafis (ikon) sebagai pengganti teks pada saat pembuatan program. Program ini berlawanan dengan program yang didasarkan pada teks ketika menjalankan urutan perintah. *LabView*TM terintegrasi secara penuh untuk komunikasi dengan perangkat keras seperti GPIB, VXI, RS-232, RS-485 yang terhubung dengan instrumen pengukurannya. *LabView*TM juga mempunyai data base *built-in* untuk mendukung pengolahan data yang menggunakan perangkat lunak standart seperti TCP/IP networking dan Active X. Program *LabView*TM juga merupakan suatu instrumen Virtual atau Vis (Virtual instrument), karena yang ditampilkan dan pengoperasiannya hampir sama dengan instrumen secara nyata seperti *oscilloscopes* dan multimeter. Perangkat lunak ini merupakan produk dari *National instruments* yang mendedikasikan untuk kegiatan visual dan pengendalian peralatan elektronik dengan menggunakan portable computer (PC). *LabView*TM ini menggunakan kode dan istilah yang sesuai dengan bahasa text-based untuk menguraikan hasil pada saat memogram panel (Anonim, 2010).



Gambar 2.5 Contoh front panel program pembacaan LCD oleh kamera webcam PC

Gambar 2.4 dapat dilihat bahwa pada tampilan angka pada kamera, 4 digit angka tersebut ditandai oleh garis warna hijau. Kotak warna hijau itu adalah acuan pembacaan oleh ROI (region of interest). ROI akan mendeteksi angka yang ada pada layar LCD, sehingga nanti akan dapat dibaca oleh program labview. Pengesetan ROI harus dari angka delapan, karena angka 8 adalah angka acuan untuk pembacaan angka–angka lain yang muncul dalam LCD. Pengesetan angka delapan dapat kita peroleh dengan mengedit angka yang tampil dalam LCD menjadi angka 8, sehingga nanti dapat dibaca oleh ROI dan program dapat berjalan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2014 sampai Desember 2014 di Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

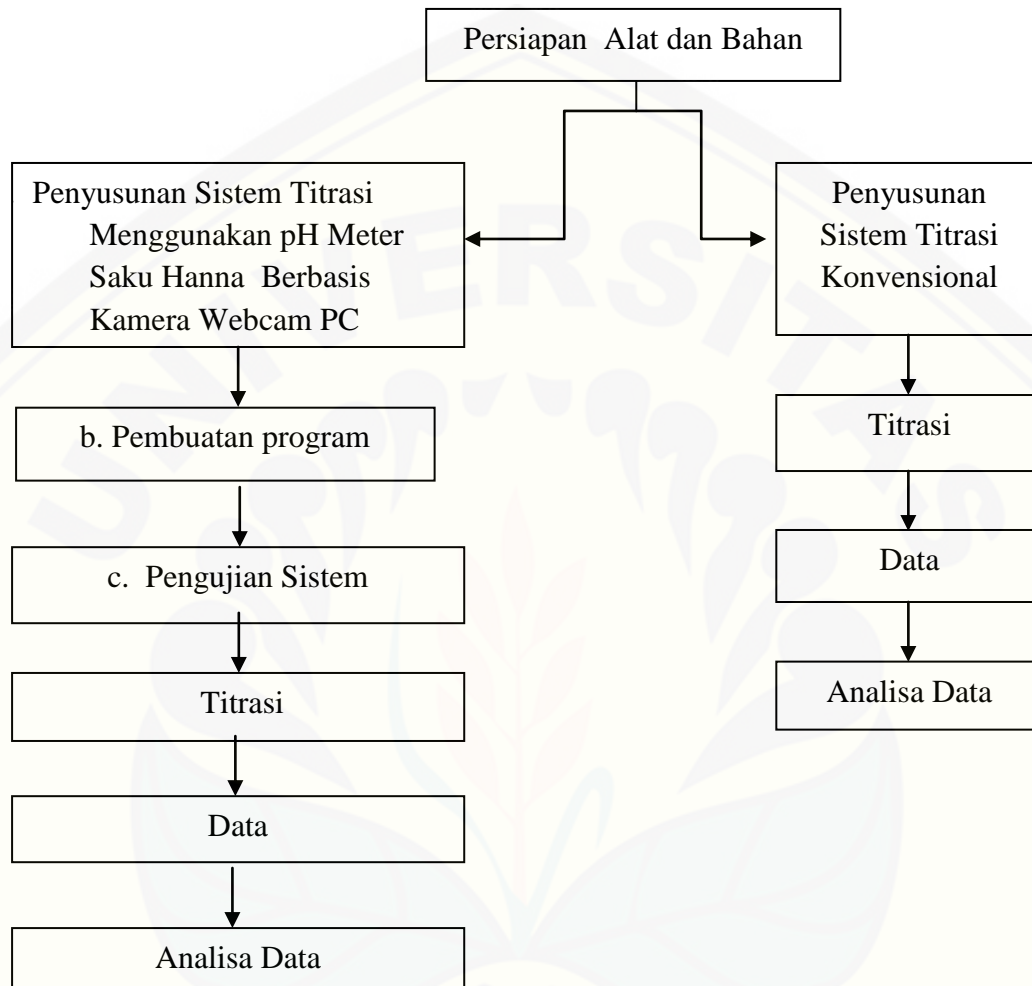
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, beaker glass Pyrex (250, 150, 50) mL, erlenmeyer Pyrex 50 mL, labu ukur Pyrex (250, 100) mL, pipet mohr Pyrex (10, 1) mL, pipet tetes, stirer magnetik dan anak stirer, neraca Ohaus (ketelitian 3 angka dibelakang koma), buret Pyrex 50 mL, botol semprot, pH meter saku Hanna, komputer serta software (LabView 8.6), kamera webcam PC, dan pompa aquarium.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, akuades, larutan HCl (pa) dari QReCtm, larutan CH₃COOH glassial dari SAP Chemical, NaOH butiran dari Meck KGaA, asam oksalat dari Meck KGaA.

3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Kerja Penelitian

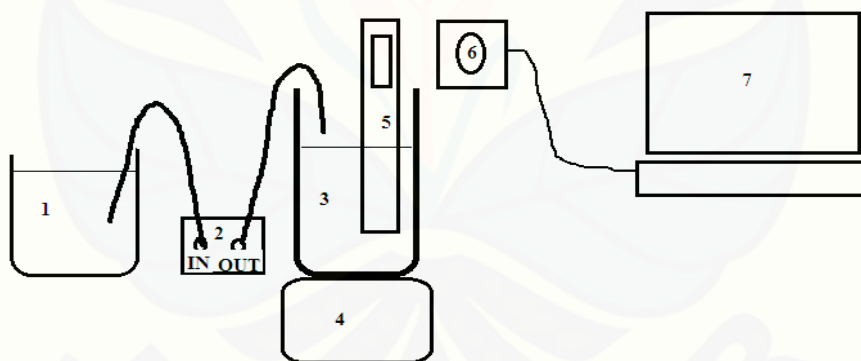


Keterangan diagram alir kerja penelitian :

- a. Penyusunan sistem titrasi menggunakan pH saku hanna berbasis kamera webcam adalah penyusunan instrumen-instrumen pendukung diantara ya pH meter saku Hanna, kamera webcam PC, pompa peristaltik, stirrer magnetik, komputer, tempat titran dan titrat (gelas kimia).
- b. Pembuatan program yaitu menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana yaitu program LabView 8.6.
- c. Pengujian sistem meliputi beberapa tahap, antara lain:

1. Pengujian sistem alir pompa peristaltik, pengujian dilakukan dengan cara mengkalibrasi daya alir pompa persatuan waktu (detik), sehingga nanti diperoleh diagram alir dari pompa antara volume (mL) dengan waktu(detik),
2. Pengujian kamera webcam, pengujian dilakukan dengan cara menyambungkan kamera webcam ke PC dan diuji dapat digunakan atau tidak, pengujian tersebut yaitu merekam gambar dengan jelas atau tidak,
3. Pengujian sistem keseluruhan, pengujian dilakukan dengan menggabungkan semua instrumen pendukung, kemudian menjalankan program yang telah dibuat, mengamati apakah program dan sistem berjalan dengan sebagaimana fungsi yang dikehendaki, dari program pompa, program perekaman dari kamera webcam PC, pengolahan data hasil dari rekaman kamera webcam PC

3.3.2 Desain Titrator



Gambar 3.1 Desain titrator otomatis menggunakan pH meter saku Hanna
Keterangan :

- 1 : Tempat Titran
- 2 : Pompa
- 3 : Tempat Titrat
- 4 : Stirrer Magnetik
- 5 : Ph Meter Saku Hanna
- 6 : Kamera Webcam PC

7 : Komputer

Keterangan sistem kerja :

Larutan titran dialirkan ke dalam beaker glass dengan bantuan pompa, kemudian titran dialirkan ke beaker glass lain yang berisi larutan titrat dan anak stirer magnetik. Kamera webcam berada tepat di depan pH saku Hanna, sehingga fungsi dari kamera webcam ini akan memonitor perubahan angka yang terjadi pada layar LCD pH saku Hanna. Selama titrasi berlangsung larutan asam-basa harus diaduk dengan menggunakan stirer magnetik. Kamera webcam ini akan memperhatikan perubahan angka potensial yang terjadi pada saat ditambahkan titran secara terus menerus sampai mencapai titik ekuivalen. Sinyal yang dihasilkan dikirim ke PC. Perubahan angka tersebut akan terekam dalam program *LabViewTM* 8.6 dan secara otomatis program ini akan berhenti sesuai dengan angka potensial yang telah dicapai.

Prosesnya yaitu PC mengirim sinyal untuk mengaktifkan pompa sehingga terjadi aliran titran dengan kecepatan alir yang konstan. Kamera webcam membaca perubahan nilai pH yang kemudian diproses oleh PC. PC memproses dan diperoleh data volume dengan potensial secara otomatis dengan menggunakan program. Setelah titik ekuivalen terlewati, PC mengirim sinyal kerangkaan driver motor untuk menghentikan gerakan motor (pompa).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan Larutan Asam Oksalat 0,1 M

Larutan oksalat dibuat dengan cara melarutkan 12,610 gram serbuk asam oksalat dalam 10 mL aquades. Kemudian larutan tersebut diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 1 L sampai tanda batas.

3.3.2 Pembuatan Larutan NaOH 1 M

Larutan NaOH dibuat dengan cara melarutkan 4 gram NaOH butiran dalam 10 mL aquades, setelah itu larutan diecerkan dengan aquades dalam labu ukur 1 L sampai tanda batas. Standarisasi dilakukan dengan larutan asam oksalat ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$) yang sudah dibuat, sehingga konsentrasi NaOH diketahui. Setelah

dilakukan standarisasi, kemudian dilakukan pengenceran untuk konsentrasi yang dikehendaki yaitu 0,1 M.

3.3.3 Pembuatan Larutan Asam Klorida 1 M

Larutan induk dibuat dengan cara mengambil 20,7 mL HCl pa 37% kemudian diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas sehingga diperoleh HCl 1M.

1. Larutan HCl 0,1 M

Mengambil larutan HCl 1 M sebanyak 25 mL kemudian diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas

2. Larutan HCl 0,05 M

Mengambil larutan HCl 1 M sebanyak 12,5 mL kemudian diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas.

3. Larutan HCl 0,01 M

Mengambil larutan HCl 1 M sebanyak 2,5 mL kemudian diencerkan dengan aquades dalam labu ukur 25 mL sampai tanda batas.

3.3.4 Pembuatan larutan asam asetat (CH_3COOH) 1 M

Larutan induk CH_3COOH dibuat dengan cara mengambil 14,3 mL CH_3COOH glasial 100% kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan CH_3COOH 1 M.

1. Larutan CH_3COOH 0,1 M

Mengambil larutan CH_3COOH 1 M sebanyak 25 mL kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas.

2. Larutan CH_3COOH 0,05 M

Mengambil larutan CH_3COOH 1 M sebanyak 12,5 mL kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas.

3. Larutan CH_3COOH 0,01 M

Mengambil larutan CH_3COOH 1 M sebanyak 2,5 mL kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 250 mL sampai tanda batas.

3.3.5 Pengukuran Menggunakan Titrator Potensiometri Konvensional

Larutan titran dimasukkan dalam buret kemudian kran dari buret tersebut dibuka tetes demi tetes ke beaker glass yang telah berisi larutan titrat. Di dalam beaker glass tersebut diletakkan sebuah pH meter saku Hanna dan selama titrasi larutan dalam beaker glass terus diaduk menggunakan stirer magnetik. pH/mV meter ini akan menunjukkan nilai potensial sel dari larutan tersebut saat ditambahkan titran secara terus menerus sampai titik akhir, sehingga akan diperoleh data volume titran dengan potensial sel titrat. Data tersebut kemudian dapat dibuat grafik hubungan volume dengan potensial. Data yang diperoleh dari proses titrasi ini dicatat secara manual. Hasil titik akhir dari titrator konvensional dengan titrasi berbasis kamera webcam PC ini akan dibandingkan.

3.3.6 Pengujian Titrasi Asam Kuat Basa Kuat

Larutan yang digunakan sebagai titran yaitu larutan NaOH 0,1 M dan larutan yang dihunakan sebagai titrat yaitu HCl konsentrasi (10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1}) M. Proses titrasi dilakukan dengan metode titrasi berbasis kamera webcam PC dan titrasi konvensional. Selama proses titrasi berlangsung, larutan harus diaduk menggunakan stirer magnetik. Potensial yang ditunjukkan oleh alat pengukur potensial dalam hal ini pH meter saku Hanna dicatat dan dibuat grafik hubungan antara volume titran (sumbu x) dengan potensial yang ditimbulkan (sumbu y). Setelah dicapai titik ekuivalen maka dapat dicari nilai konsentrasi titrat.

3.3.7 Pengujian Titrasi Asam Lemah-Basa Kuat

Pengujian pada titrasi asam lemah basa kuat dilakukan seperti halnya pada titrasi asam kuat basa lemah. Pengujian titrasi asam lemah dan basa kuat menggunakan larutan NaOH (basa kuat) dan larutan yang digunakan sebagai titrat yaitu CH_3COOH (asam lemah) konsentrasi (0,1; 0,05; 0,01) M.

3.4 Pengujian Sistem Kalibrasi Volume Dan Waktu

Volume aliran titran diperoleh dengan menjalankan pompa kemudian merekam volume cairan yang dikeluarkan setiap menit, sehingga akan diperoleh grafik hubungan titran (sumbu x) dengan (waktu sumbu y).

3.5 Analisa Data

3.5.1 Pengukuran akurasi

Hasil yang akurat adalah hasil yang disepakati mendekati nilai sebenarnya dalam suatu pengukuran kuantitas. Perbandingan dibuat atas dasar pengukuran keakuratan dari akurasi. Penentuan akurasi suatu metode analisis kuantitatif dilakukan dengan menganalisis sampel sintetik, yaitu sampel yang diketahui komposisi ataupun menggunakan sampel yang sudah diketahui dengan metode lain sebagai pembanding. Perbedaan antara nilai-nilai pengamatan rata-rata yang mempunyai nilai berdekatan dengan nilai aktual dari sampel merupakan ukuran akurasi (Khopkar, 1990).

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Data Terbaca}}{\text{Data Sebenarnya}} \times 100\%$$

Metode penentuan keakuratan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara sampel simulasi, yaitu dengan sampel yang dibuat dengan konsentrasi yang ditentukan. Perbedaan antara nilai-nilai pengamatan rata-rata yang mempunyai nilai berdekatan dengan nilai aktual dari sampel simulasi yang telah dibuat merupakan suatu nilai akurasi.

3.5.2 Penentuan Presisi

Christian (1994) mendefinisikan presisi sebagai ukuran derajat keterulangan dari suatu metode analisis, dimana nilai presisi dihitung dari standar deviasinya. Nilai presisi dinyatakan sebagai koefisien variasi melalui persamaan:

$$K_v = \left[\frac{SD}{\bar{X}} \right] \times 100\%$$

Dimana : SD = Standar Deviasi

X = Konsentrasi Rata-Rata Sampel

K_v = Koefisien Variasi

Presisi kedua metode ditentukan berdasarkan harga koefisien variasi (Kv) melalui persamaan diatas dengan terlebih dahulu menghitung standart deviasinya dan sinyal rata-rata dari kedua metode. Metode yang memiliki harga koefisien variasi yang lebih rendah berarti metode yang memiliki derajat keterulangan tinggi.

3.5.3 Uji Beda (Uji-t)

Uji statistik membandingkan dua metode titrasi berbasis kamera webcam PC dengan metode titrasi konvensional dapat ditentukan dengan menggunakan uji-t regresi x dan y, dimana sumbu x untuk hasil konsentrasi titrasi berbasis kamera webcam pc dan sumbu y untuk hasil konsentrasi titrasi konvensional. Nilai t hitung diperoleh dengan menghitung koefisien korelasi garis, dengan persamaan :

$$t_{\text{hitung}} = \frac{|r| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Dimana : r adalah koefisien korelasi dan n adalah jumlah konsentrasi (Miller, J.C & Miller, J.N, 1991).

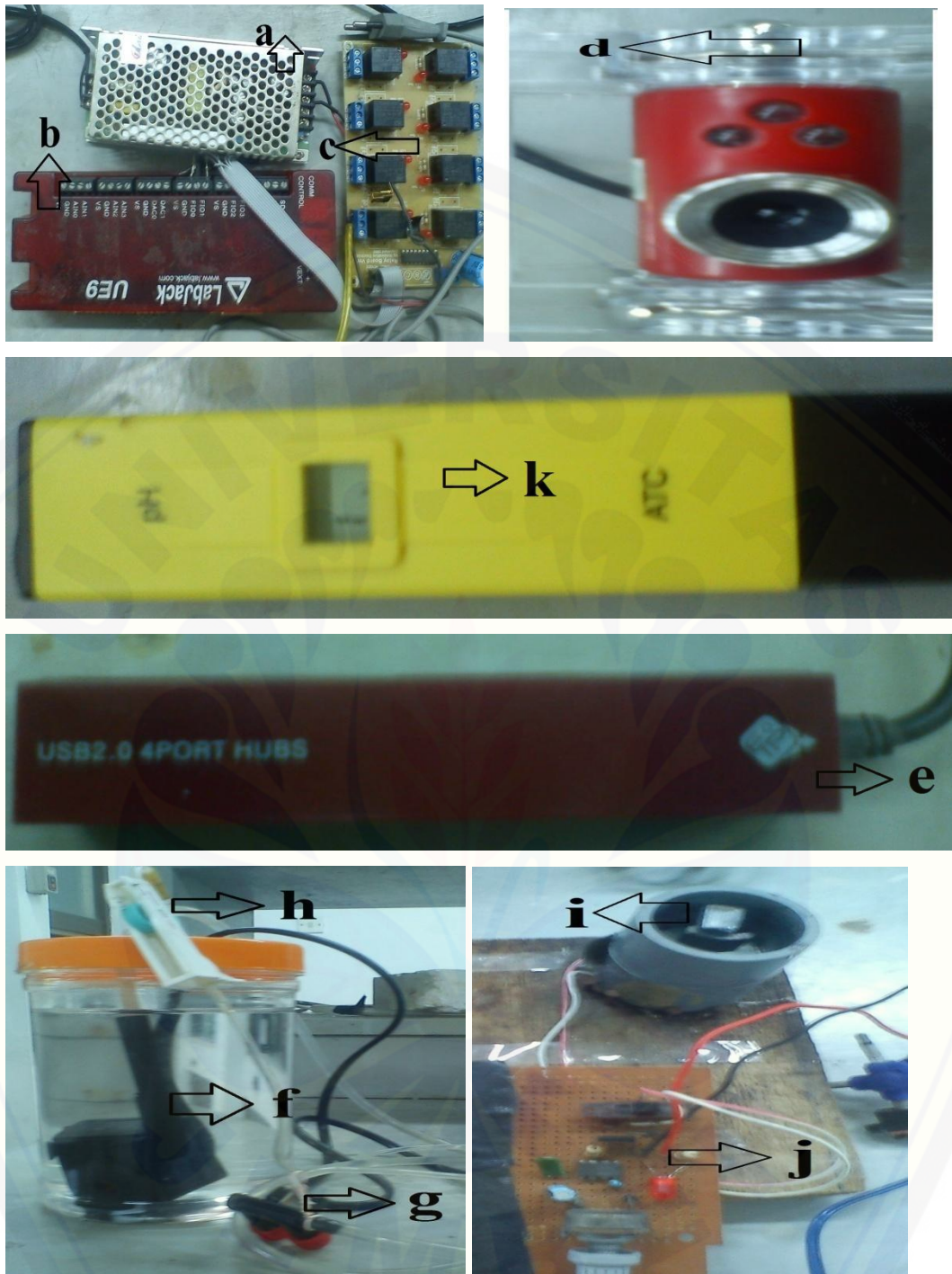
Harga t hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai t_{tabel} . Jika t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} maka H_0 tolak hal ini berarti tidak ada perbedaan nyata antara kedua metode tersebut.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Titrator Otomatis Menggunakan pH Meter Saku Hanna dan Kamera Webcam Pc

Titrator otomatis dengan memanfaatkan kamera webcam PC merupakan suatu rangkaian alat titrasi yang bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan kamera webcam sebagai alat bantu dalam menentukan titik akhir titrasi yaitu dengan merekam perubahan angka yang terjadi pada layar LCD kamera webcam, dan dalam proses penetesan titran beserta volume dari larutan yang akan dianalisa pun dapat ditentukan secara otomatis. Desain alat ini diupayakan untuk pengukuran titrator otomatis dengan menggunakan pH meter saku Hanna dan kamera webcam PC dan pengukuran melalui titrasi konvensional sebagai pembandingan, jadi untuk reaksi satu sampel akan diperoleh dua jenis data sekaligus, yaitu pembacaan data secara titrator otomatis dan pembacaan data secara konvensional. Pengukuran dengan metode titrator otomatis menggunakan kamera webcam PC yang terhubung dengan *portable computer* (PC). Gambar yang dihasilkan oleh pH meter akan dianalisa dan dicatat menggunakan program LabViewtm 8.6 yang telah dibuat. Data yang ditampilkan pada layar monitor komputer berupa hubungan kurva titrasi antara volume dengan nilai pH. Hasil yang diperoleh kemudian diuji presisi, akurasi dan dibandingkan dengan metode titrasi konvensional secara statistik dengan menggunakan uji beda (uji-t).

Rangkaian titrator otomatis ini terdiri dari beberapa komponen yaitu pompa akuarium, selang infus, kamera webcam PC, adaptor 12v, pH meter saku Hanna, Labjack UE9, Personal Computer (Software LabViewtm 8.6), berbagai bagian-bagian alat tersebut bisa dilihat pada gambar 4.1.

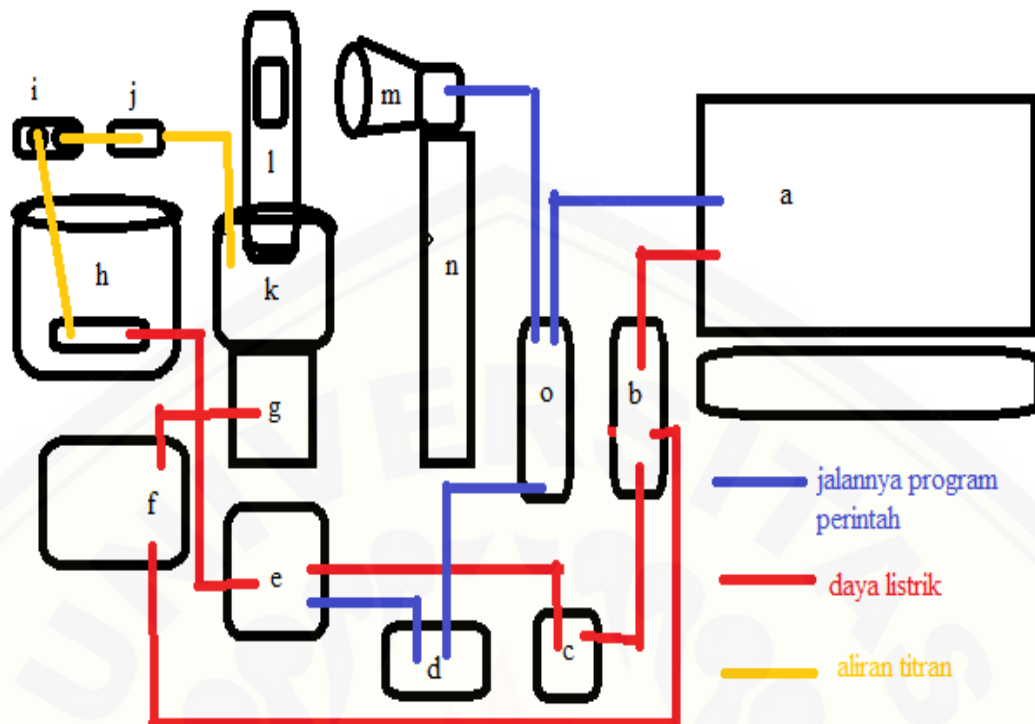


Gambar 4.1 Komponen Rangkaian Titrator Otomatis (a) adaptor 12 volt (b) Labjack UE9 (c) rangkaian relay (d) kamera webcam PC (e) usb 4 kaki (f) pompa aquarium (g) pengatur aliran (h) pengatur tetes infus (i) motor dan magnet (j) rangkaian PWM (k) pH meter saku Hanna

Cara kerja titrator otomatis dijelaskan dengan ilustrasi pada saat digunakan untuk proses titrasi larutan asam kuat (HCl) dan basa kuat (NaOH). Larutan HCl

yang akan diuji diletakkan dalam beaker glass sebanyak 10 mL dengan konsentrasi bervariasi yaitu 0,1 M; 0,05 M; dan 0,01 M. Kemudian larutan NaOH 0,1 M (hasil standarisasi dengan standar primer) sebagai titran dialirkan tetes demi tetes menggunakan pompa aquarium. Pemakaian pompa aquarium ini dikarenakan pompa ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain cara operasi mudah, kecepatan dapat diatur dan konstan sehingga keakuratan dan ketelitian volume titran yang dialirkan terjamin. Setiap penambahan titran (NaOH) nilai dari pH titrat akan berubah sampai ketika terjadi penambahan titran volume tertentu akan terjadi perubahan nilai pH yang cukup besar. Hal ini berarti titik akhir proses titrasi telah tercapai, sehingga untuk menghentikan proses titrasi tersebut, maka aliran titran dan rekam data pada PC (Personal Computer) dihentikan secara otomatis. Data rekaman PC berupa jumlah volume dan nilai pH akan diolah lebih lanjut menggunakan Microsoft Excel. Titik akhir dari proses titrasi ini dapat diketahui, sehingga nilai konsentrasi dari larutan uji dapat diketahui. Hal yang sama dilakukan untuk titrasi asam lemah (CH_3COOH) dengan variasi konsentrasi yaitu 0,1 M; 0,05 M; dan 0,01 M dengan basa kuat 0,1 M.

Perangkat pompa didesain untuk berjalan dan berhenti secara otomatis dengan komputer sebagai pengendali utama, sementara itu untuk menggerakkan motor diperlukan suatu driver motor. Driver motor (penggerak motor) adalah suatu alat yang menyuplai tegangan dan arus tertentu pada pompa sehingga motor pompa dapat bergerak. Pengaturan besar kecil nilai tegangan atau arus pada driver motor dikendalikan menggunakan sinyal digital dari Labjack UE9 dan program LabView[™] 8.6. Labjack UE9 berfungsi sebagai pengontrol sinyal digital dengan cara memberi sinyal digital sebesar 0 Volt (low value) ke rangkaian elektronik motor driver untuk menghentikan pompa dan memberikan sinyal digital sebesar 5 Volt (high value) ke rangkaian elektronik motor driver untuk menghentikan pompa. Pengendalian atau pengaturan Labjack UE9 dilakukan oleh program LabView[™] 8.6, pada gambar 4.2 adalah rancangan hasil skema desain alat dan hardware yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 4.2 Desain Titrator Otomatis (a) komputer (b) stopkontak (c) adaptor 12 Volt (d) labjack (e) relay (f) rangkaian PWM (g) motor dan magnet (h) pompa dan tempat penampungan titrat (i) kran pengatur aliran (j) kran pengatur tetesan infus (k) tempat titran dan anak stirer (l) pH meter saku Hanna (m) kamera webcam PC (n) dudukan kamera (o) usb 4 kaki

4.1.1 Hubungan Volume Dengan Jumlah Titik

Volume titran merupakan jumlah titran yang mengalir selama proses titrasi berlangsung. Proses titrasi dapat berlangsung karena ada aliran titran yang dihasilkan dari gerakan baling baling pada pompa aquarius yang mendorong titran untuk mengalir melalui selang infus. Selang infus kemudian diatur sedemikian rupa agar aliran yang dihasilkan dari dorongan pompa berupa tetesan, hal ini dapat dilakukan dengan cara mengurangi laju alir dengan kran yang ditempatkan sebelum ujung selang.

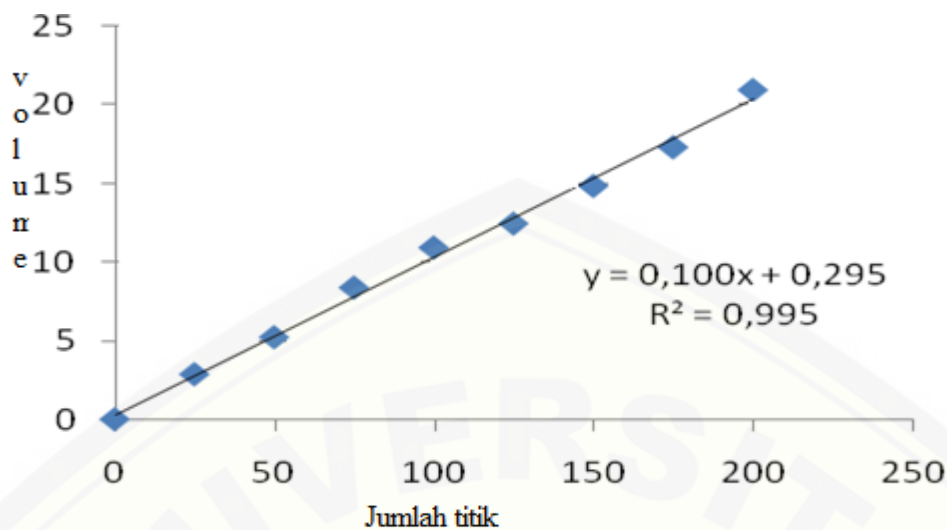
Software dan hardware dari pompa perlu dilakukan kalibrasi laju aliran terlebih dahulu sebelum digunakan untuk menganalisa sampel, agar pembacaan software dan nilai volume sama. Volume per titik dari pompa dengan skala putaran tertentu (0, 25, 50, 75, 100, 150, 200 titik), maka nanti akan didapatkan volume

yang dihasilkan dari variasi jumlah titik dalam skala putaran, kemudian data yang diperoleh dibaca dan disimpan menggunakan Microsoft Office excel untuk mengetahui jumlah volume per titik dalam skala putaran. Data putaran dan jumlah volume terdapat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Penentuan Volume Tetesan Titran

| NO. | Jumlah Titik Dalam Skala Putaran | Volume (mL) |
|-----|----------------------------------|-------------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 25 | 2,861 |
| 3 | 50 | 5,213 |
| 4 | 75 | 8,385 |
| 5 | 100 | 10,916 |
| 6 | 125 | 12,452 |
| 7 | 150 | 14,843 |
| 8 | 175 | 17,301 |
| 9 | 200 | 20,943 |

Data volume perjumlah titik telah diperoleh, kemudian data tersebut dikonversikan sehingga dihasilkan hubungan antara volume dengan jumlah titik. Data tersebut kemudian diplotkan menjadi gambar kurva kalibrasi laju alir titran yang terdapat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Laju Alir Titran

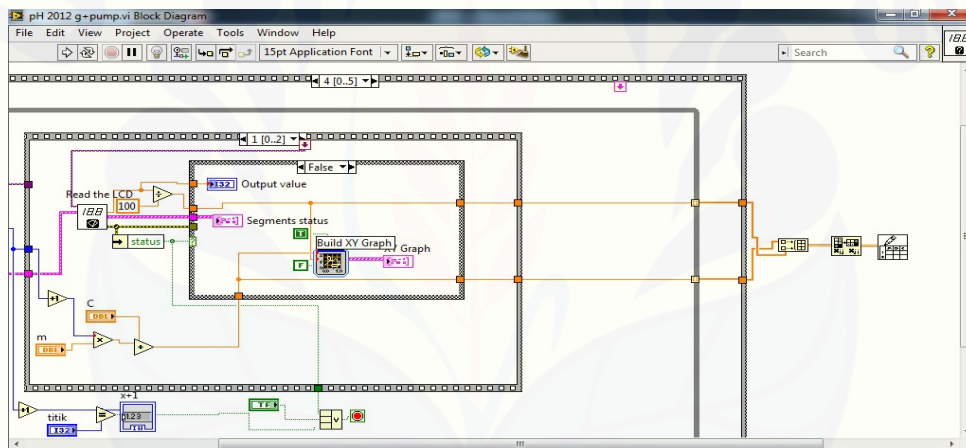
Grafik gambar 4.3 diperoleh persamaan nilai linear yaitu $y = 0,100x + 0,295$ dan regresi $R^2 = 0,995$. Persamaan inilah yang digunakan dalam setting blok diagram program *Labview* dengan cara memasukkan nilai persamaan dalam program. Persamaan ini yang akan menentukan kesesuaian pembacaan data dengan proses kerja/waktu saat reaksi pada sampel.

Tujuan kalibrasi laju alir yakni untuk mengetahui jumlah volume yang diperlukan dalam tiap satuan waktu yang dijalankan secara otomatis. Sistem titrator otomatis sebelum digunakan untuk titrasi maka diperlukan kalibrasi antara software dan hardware. Kalibrasi laju titran ini menghasilkan persamaan $y = 0,100x + 0,295$. Persamaan demikian maka x merupakan fungsi waktu yang bermakna sebagai variabel bebas. Nilai y menyatakan banyaknya jumlah volume yang bermakna sebagai variabel terikat, oleh karena itu jumlah volume yang diperlukan dapat ditentukan oleh laju alir titran tiap satuan waktu.

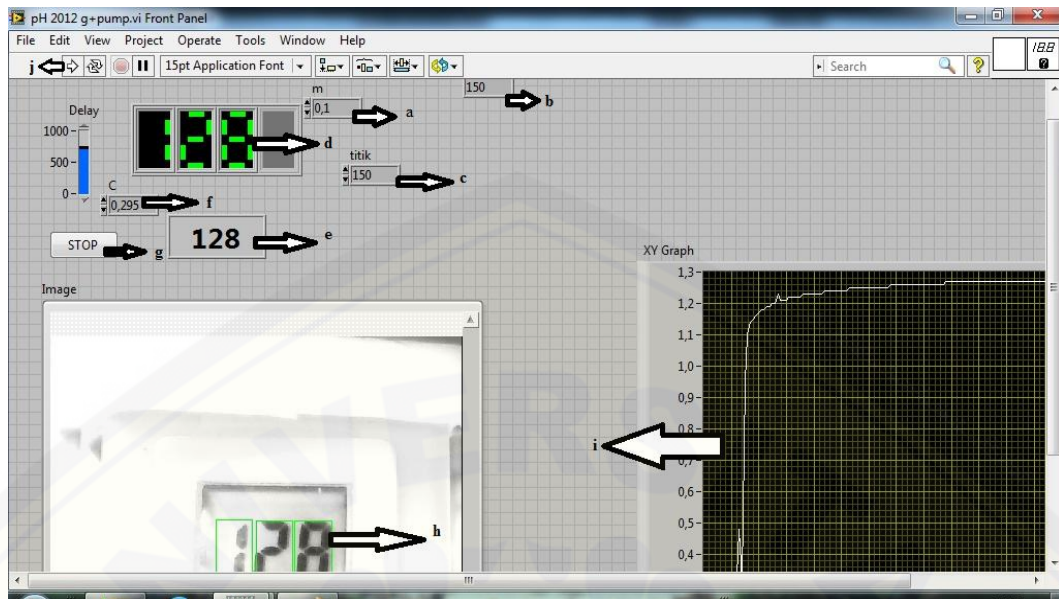
4.2 Pembuatan Program

Pembuatan program pada sistem titrator secara otomatis dilakukan dengan menggunakan software *Labview* 8.6 yang terdiri dari beberapa subprogram antara lain pembuatan program lunak untuk pompa titran, *capture* gambar LCD pH meter saku Hanna, pengaduk otomatis dan program untuk analisa data. Pembuatan program untuk pompa bertujuan untuk mengalirkan sejumlah volume titran dalam jumlah dan waktu tertentu yang mengacu pada hasil kalibrasi laju alir titran.

Pembuatan program *capture* gambar sebagai program menangkap gambar atau tampilan angka pada layar LCD pH meter saku Hanna, sehingga bisa diproses dalam pembacaan dan penyimpanan data dalam akhir proses titrasi otomatis. Pembuatan program pengaduk (stirrer magnetik) bertujuan untuk menghomogenkan larutan agar reaksi berjalan sempurna. Program untuk analisis data dibuat untuk mengolah data dan perhitungan differensiasi dari volume dan pH yang merupakan hasil dari percobaan. Blok diagram dibuat dengan mengkombinasikan beberapa perintah menjadi satu. Semua program dibuat dalam satu diagram blok yang berhubungan satu dengan lain, sehingga tidak perlu menjalankan dan mematikan program satu persatu. Program dibuat sedemikian rupa sesederhana mungkin untuk mempermudah pekerjaan titrasi.



Gambar 4.4 Blok Diagram Keseluruhan Untuk Pompa Otomatis, Pengaduk Otomatis, Dan Analisis Data



Gambar 4.5 Contoh Tampilan Front Panel Titrator Otomatis (a) Simpangan (b) Jumlah Titik Yang Sudah Berjalan (c)Jumlah Titik Maksimal (d)Angka Pembacaan Program (e)Angka Pembacaan ROI (f)Konstanta Simpangan (g)Tombol Stop Program (h)Angka yang Muncul Pada LCD Ph Meter (i)Grafik Antara Ph dengan Volume NaOH (j)Tombol Memulai Program

Program yang tak kalah penting dalam menjalankan program titrator otomatis menggunakan pH saku Hanna dan kamera webcam PC adalah program *capture*. Program ini berisi perintah pengambilan gambar sampel dari LCD pH meter, hasil dari *capture* kamera akan tersimpan dalam file berbasis JPG. Gambar tersebut kemudian diolah menggunakan program bawaan Microsoft yaitu Paint. Pengeditan dilakukan dengan tujuan pembuatan angka delapan (8), angka delapan adalah angka acuan bagi ROI. ROI merupakan bahasa program, program ini akan mendeteksi dan menerjemahkan warna gelap terang pada LCD sebagai angka yang akan terekam sebagai hasil titrasi. Blok diagram untuk program *capture* tergambar pada gambar 4.5. Gambar tersebut digunakan perintah sederhana dimana perintah yang dipakai hanya berupa perintah memotret gambar pada LCD pH meter dan menyimpan hasil memotret dalam format JPG pada komputer.

4.3 Penggunaan Labjack UE9 Sebagai ADC

ADC (Analog to Digital Converter) merupakan perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah suatu tegangan menjadi sebuah bilangan digital biner. Penelitian ini menggunakan pH meter saku Hanna yang diamati oleh kamera webcam PC, oleh karena itu ADC amplifier ini digunakan untuk mengubah sinyal dari data analog menjadi data digital. Pompa yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi untuk mengalirkan titran, dan semua kontrol on-off pompa dikendalikan oleh PC melalui ADC yang berfungsi sebagai USB. Gambar 4.7 adalah alat yang digunakan dalam penelitian yang disebut Labjack UE9.



Gambar 4.8 Labjack UE9

4.4 Penggunaan *Relay* Untuk Mengatur Gerak Pompa dan Stirer Magnetik Buatan

Relay merupakan perangkat elektronik yang terdiri dari koil dan beberapa elektroda yang menjadi pusat kontrol jalan arus listrik, pada penelitian ini relay digunakan sebagai *control switching*, hal ini disebabkan pada ujung koil terdapat plat konduktor yang berfungsi untuk mengatur jalannya arus listrik karena adanya gaya elektromagnetik dan tegangan kontrol yang bekerja pada koil. Relay digunakan untuk mengatur waktu hidup pompa dan stirrer magnetik (pengaduk buatan) yang terhubung pada Labjack UE9 (sebagai ADC) dan dikontrol melalui program komputer dengan menggunakan bantuan *software* LabView 8.6. Gambar

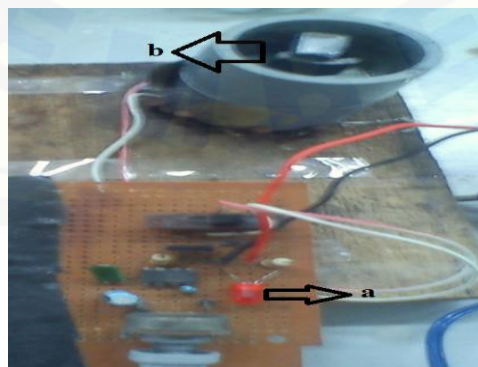
4.8 adalah alat yang disebut relay yang digunakan untuk mengontrol on-off alat yang digunakan sesuai dengan program yang diperintahkan oleh komputer.



Gambar 4.9 Relay yang digunakan pada penelitian

4.5 Penggunaan NE 555 Sebagai Kontrol Kecepatan Motor DC Pada Magnetic Stirrer

Selama proses titrasi berlangsung agar reaksi terjadi dengan sempurna maka diperlukan suatu pengaduk. Pengaduk dibuat dengan menggunakan motor DC. Energi mekanik motor dapat diatur kecepatan sesuai yang diinginkan dengan menggunakan rangkaian NE 555. Penggunaan timer NE 555 merupakan rangkaian multivibrator yang dapat menghasilkan sinyal PWM dengan divariasikan R1 POT. Output ICI akan diumpankan ke dasar transistor Q1 yang mendorong otor sesuai dengan sinyal PWM yang ada. Cara menghentikan motor DC dapat menggunakan saklar DPDT S1 yang mana dalam aplikasi hanya akan mematikan polaritas yang digunakan ke motor. Gambar 4.9 adalah stirer magnetik buatan yang digunakan sebagai pengaduk larutan dalam proses titrasi.



Gambar 4.10 Stirer Magnetic Buatan (a)Rangkaian PWM (b) Motor dan Magnet

Gambar 4.9 terdiri dari dua komponen utama antara lain rangkaian PWM dan motor dengan kepala motor ditemplei magnet. Fungsi dari rangkaian PWM adalah sebagai rangkaian pengatur kecepatan dari stirrer magnetik, jadi pengaturan kecepatan stirrer dilakukan secara manual dengan memutar tombol percepatan. Magnet pada motor dinamo digunakan sebagai kutub agar anak stirrer dapat berputar setelah program dijalankan.

4.6 Hasil Analisis Dari Proses Titration Otomatis

Penelitian ini menggunakan titrasi asam basa antara lain larutan CH_3COOH , NaOH , dan HCl pada berbagai variasi konsentrasi. Jenis titrasi yang dilakukan antara lain asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH) dan asam kuat (HCl) dan basa lemah (CH_3COOH). Sebelum melakukan uji titrasi asam kuat dengan basa kuat dan asam lemah dengan basa lemah diperlukan standarisasi pada larutan NaOH . Standarisasi larutan NaOH diperlukan karena sifat larutan NaOH yang hidroskopis (mudah bereaksi dengan udara). Sifat ini mengakibatkan larutan NaOH rentan terhadap paparan udara sehingga standarisasi diperlukan untuk menguji konsentrasi larutan NaOH sebelum digunakan dalam uji titrasi otomatis maupun titrasi konvensional. Larutan NaOH dibuat dengan mengencerkan butiran NaOH murni dengan 250 mL aquades. Standarisasi larutan NaOH menggunakan larutan asam oksalat yang telah diketahui konsentrasi dengan tepat. Tabel 4.2 memperlihatkan hasil standarisasi NaOH menggunakan larutan asam oksalat.

Tabel 4.2 Hasil Standarisasi Larutan NaOH Menggunakan Asam Oksalat 0,1 M

| Pengulangan | Volume Asam Oksalat 0,1 M | Volume NaOH (mL) | Konsentrasi NaOH (M) | Standart Deviasi |
|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------|
| 1. | 10 mL | 10 | 0,1 | 0,011 |
| 2. | 10 mL | 10,05 | 0,099 | 0,004 |
| 3. | 10 mL | 10,05 | 0,099 | 0,006 |
| Rata-rata | 10 mL | 10,03 | 0,099 | 0,007 |

Data tabel 4.2 didapatkan volume rata-rata larutan NaOH sebesar 10,03 mL dengan konsentrasi rata-rata 0,099 M dengan standart deviasi sebesar 0,007. Data tabel 4.2 mendapatkan konsentrasi larutan NaOH sebesar 0,099 M, konsentrasi larutan NaOH ini yang digunakan sebagai standar sekunder pada pengujian titrator otomatis dan konvensional.

4.6.1 Hasil Titration Otomatis Asam Kuat (HCl) dan Basa Kuat (NaOH)

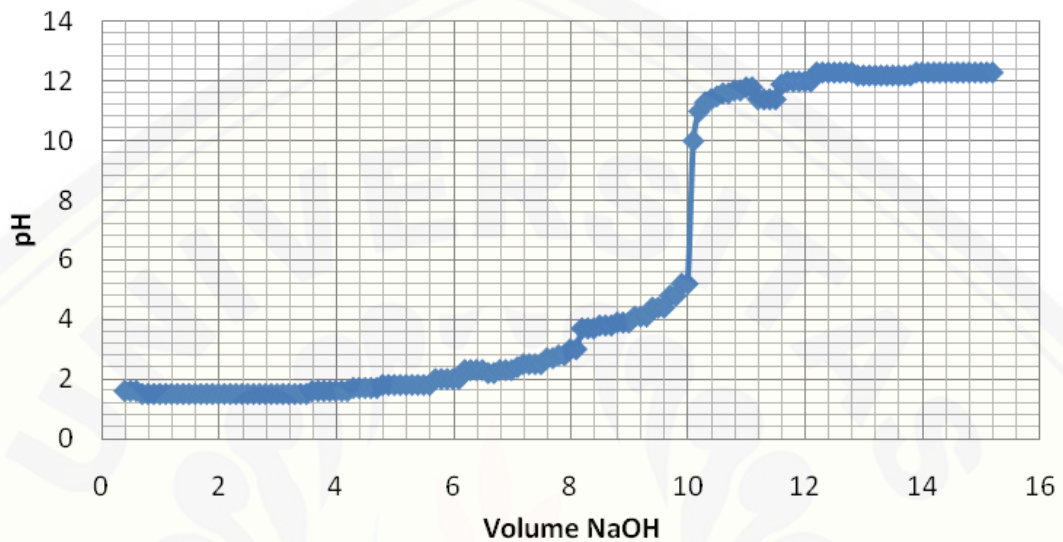
Titration asam kuat (HCl) dan basa kuat (NaOH) merupakan titration yang bersifat reaksi eksoterm. Variasi yang digunakan untuk pengujian titrator otomatis ini adalah HCl 0,1 M, 0,05 M, dan 0,01 M sebagai titrat, dan titran yaitu NaOH (standar sekunder). Proses pengujian titrasi otomatis ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga nanti akan dicari nilai rata-rata konsentrasi yang didapat dan nilai standar deviasi. Data hasil titration asam kuat dan basa kuat menggunakan larutan uji HCl 0,1 M dapat dilihat pada tabel 4.3. Tabel 4.3 menggambarkan hasil titration dengan konsentrasi HCl 0,1 M menggunakan titration otomatis. Tabel 4.3 telah mencantumkan semua nilai konsentrasi hasil dari titration dan hasil volume NaOH yang dibutuhkan untuk mencapai titik ekuivalen.

Tabel 4.3 Hasil Titration Otomatis Menggunakan pH saku Hanna dan Kamera Webcam PC Menggunakan Larutan HCl 0,1 M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi HCl (M) |
|------------------|-------------|------------|---------------------|
| 1. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| 2. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| 3. | 10,145 | 10 | 0,101 |
| Rata – Rata | 10,078 | 10 | 0,1004 |
| Standart Deviasi | 0,047 | 0 | 0,0005 |

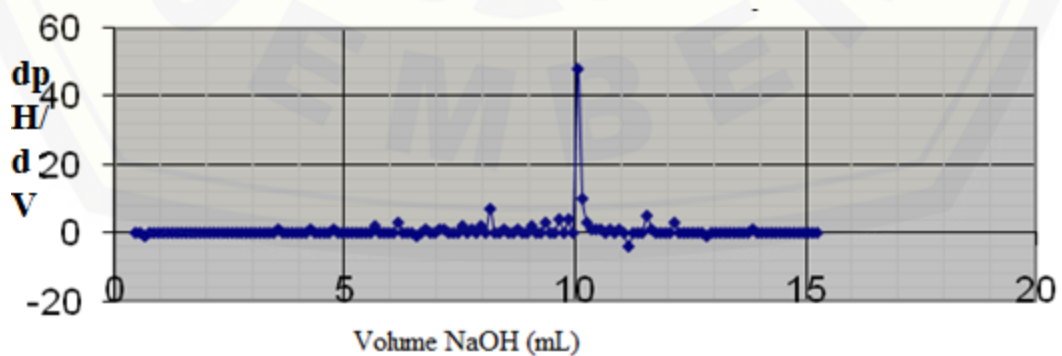
Setelah titration selesai maka akan didapat data yang kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel. Pengolahan data berupa pengeplotan data nilai

volume NaOH dengan perubahan pH yang terjadi sampai titrasi otomatis selesai. Gambar 4.10 menggambarkan plot area antara nilai volume dengan perubahan pH.



Gambar 4.11 Kurva titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,1M

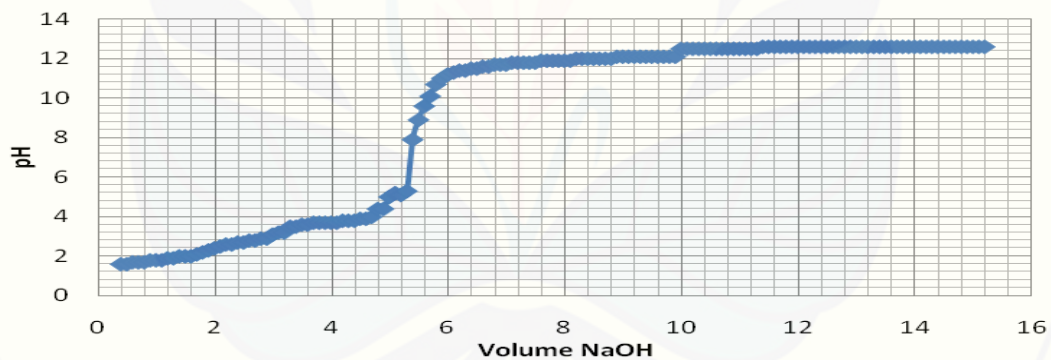
Data hasil titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,1 M setelah didapatkan plot kurva titrasi antara volume dengan pH, selanjutnya dicari titik akhir titrasi atau titik ekuivalen dengan bantuan program *Microsoft Excel*. Gambar 4.11 menggambarkan hasil turunan pertama dari data titrasi otomatis pada uji menggunakan larutan HCl 0,1 M. Titik puncak pada gambar 4.11 menunjukkan titik ekuivalen atau titik akhir titrasi, sehingga dari hasil titik ekuivalen ini akan dapat dihitung konsentrasi HCl.



Gambar 4.12 Kurva turunan pertama uji titrator otomatis dengan larutan HCl 0,1M

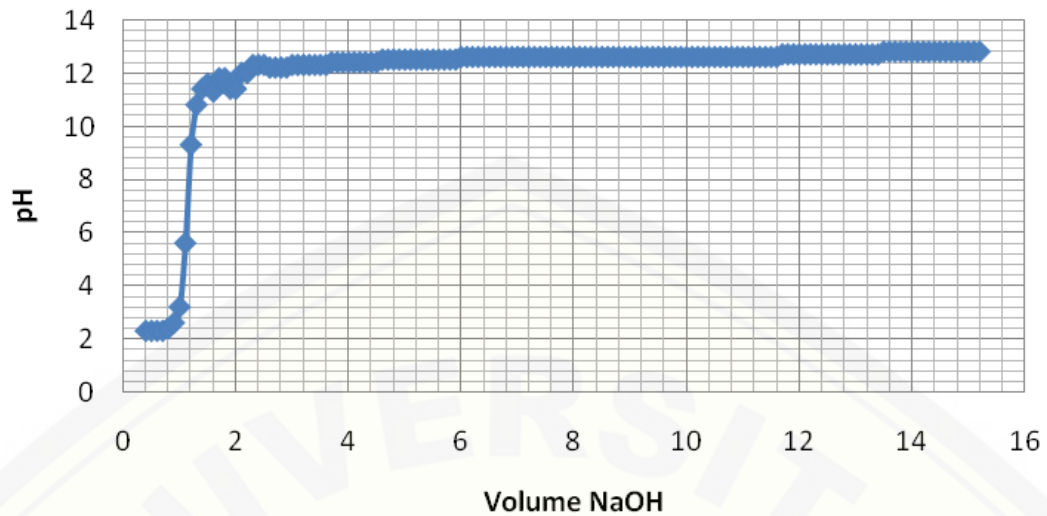
Gambar 4.11 adalah gambar turunan pertama dari titrasi otomatis menggunakan pH meter dan kamera webcam PC pada uji asam kuat HCl 0,1 M dengan basa kuat NaOH 0,1 M. Hasil turunan pertama ini digunakan sebagai metode untuk menentukan titik akhir titrasi, didapatkan titik akhir pada proses titrasi ini berada pada titik 10,045 mL. Titik akhir pada proses titrasi asam kuat dengan basa kuat dengan larutan uji HCl 0,1 M didapatkan volume NaOH yang dibutuhkan untuk mencapai titik ekuivalen adalah 10,045 mL.

Proses setelah pengujian menggunakan larutan uji HCl 0,1 M adalah titrasi asam kuat dengan basa kuat menggunakan larutan uji HCl 0,05 M. Gambar 4.12 adalah kurva titrasi otomatis asam kuat dengan konsentrasi 0,05 M dengan basa kuat NaOH 0,099 M. Dapat dilihat perbedaan antara pH awal sebelum dititrasi sampai pada titik ekuivalen tercapai. Titik ekuivalen ada pada titik 5,312 mL, dengan konsentrasi 0,052 M. pH pada awal titrasi mengalami kenaikan secara perlahan dan setelah hampir mendekati titik ekuivalen pH naik secara drastis.



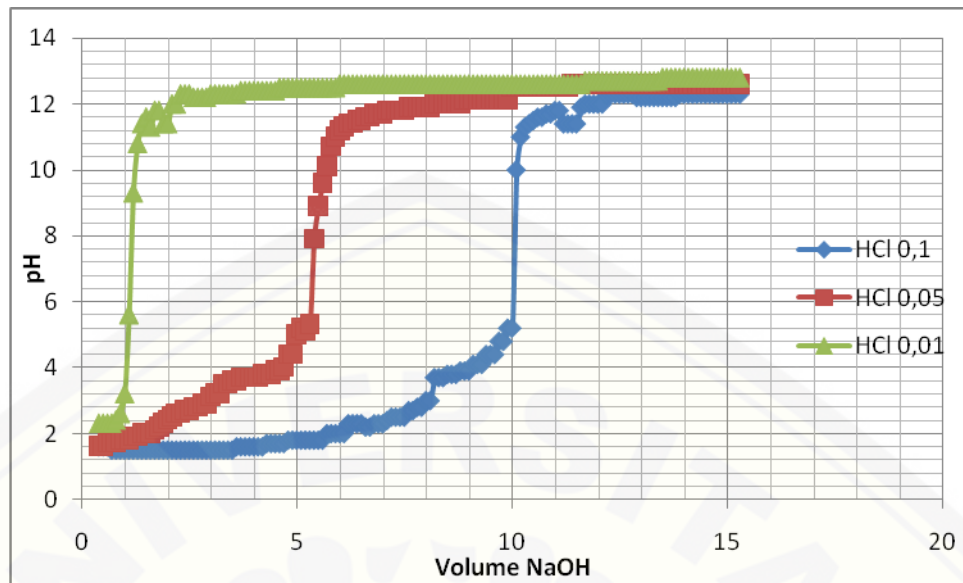
Gambar 4.13 Kurva titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,05M

Pengujian setelah menggunakan HCl 0,1 M dan 0,05 M adalah pengujian asam kuat basa kuat menggunakan larutan uji HCl 0,01 M. Di bawah ini gambar grafik untuk titrasi otomatis HCl dengan konsentrasi 0,01M. Perbedaan yang signifikan yang dapat dilihat adalah perubahan pH yang drastis pada awal titrasi sampai pada titik akhir titrasi tercapai.



Gambar 4.14 Kurva titrasi otomatis NaOH dengan HCl 0,05M

Proses setelah dilakukan pengujian menggunakan larutan uji asam kuat HCl 0,1 M, 0,05 M, dan 0,01 M adalah pembuat plot ketiga kurva titrasi. Kurva pada gambar 4.11 menunjukkan bahwa titik ekuivalen dari NaOH yang diuji menggunakan larutan HCl 0,1 M berada pada titik 10,045 mL, dan jika diolah didapatkan nilai konsentrasi larutan NaOH sebesar 0,099 M. Hasil Titrasi Otomatis Asam Kuat (HCl) dan Basa Kuat (NaOH) dengan konsentrasi HCl 0,05 M memperoleh titik akhir titrasi pada titik volume 5,311 mL, sehingga diperoleh konsentrasi HCl 0,052 M. Hasil perhitungan dan tabel beserta gambar grafik dapat dilihat pada lampiran B. Hasil Titrasi Otomatis Asam Kuat (HCl) dan Basa Kuat (NaOH) dengan konsentrasi HCl 0,01 M memperoleh titik akhir titrasi pada titik volume 1,078 mL, sehingga diperoleh konsentrasi NaOH 0,0107 M. Hasil perhitungan dan tabel beserta gambar grafik dapat dilihat pada lampiran B.



Gambar 4.15 Hasil titrasi otomatis asam kuat basa kuat dengan sampel larutan HCl, konsentrasi HCl 0,1 M ditunjukkan warna biru, konsentrasi HCl 0,05 M ditunjukkan warna merah, konsentrasi HCl 0,01 M ditunjukkan warna hijau.

Perbedaan dari ketiga kurva titik akhir titrasi asam kuat (HCl) dengan konsentrasi 0,1 M; 0,05 M; 0,01 M adalah pada titik akhir titrasi. Titrasi pada HCl 0,1 M titik akhir berada pada titik 10,045 mL, HCl 0,05 M pada titik 5,311 mL, HCl 0,01 M pada titik 1,078 mL. Penyebab perbedaan tersebut yaitu, titran yang digunakan adalah NaOH dengan konsentrasi sama, sehingga semakin rendah konsentrasi titrat yang digunakan untuk titrasi maka titik akhir titrasi semakin cepat tercapai. Titik akhir titrasi semakin cepat tercapai atau dengan kata lain titran yang dibutuhkan untuk titrat mencapai titik akhir titrasi semakin sedikit. Perbedaan antara ketiga titrasi tidak hanya pada volume titik akhir titrasi tetapi juga pH dari tiap-tiap titrasi. Gambar 4.14 menunjukkan bagaimana perbedaan pH yang ada, semakin rendah konsentrasi HCl yang digunakan maka semakin tinggi pH awal, atau dengan kata lain pH HCl dengan konsentrasi yang lebih rendah memiliki pH lebih besar dibandingkan dengan pH HCl yang memiliki konsentrasi lebih tinggi. Perbedaan ini dikarenakan semakin besar konsentrasi atau semakin kuat asam yang digunakan maka semakin sulit untuk melepas asam (H^+), dan semakin rendah konsentrasi asam yang digunakan maka semakin mudah melepas asam (H^+). Titrasi menggunakan asam kuat HCl 0,1 M, ketika awal titrasi

perubahan yang terjadi tidak begitu besar ketika diganggu atau ditirasi oleh basa kuat (NaOH), berbanding terbalik dengan HCl dengan konsentrasi 0,01M. Titrasi dengan HCl 0,01 M, pH langsung mengalami perubahan yang signifikan, ini dikarenakan asam kuat dengan konsentrasi rendah ketika dititrasi dengan basa kuat, gaya tarik ion basa (OH^-) pada larutan lebih besar dibanding dengan gaya tarik ion asam (H^+) pada larutan sehingga nilai pH naik dan titik akhir titrasi juga bergeser lebih cepat karena semakin sedikit basa kuat yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen.

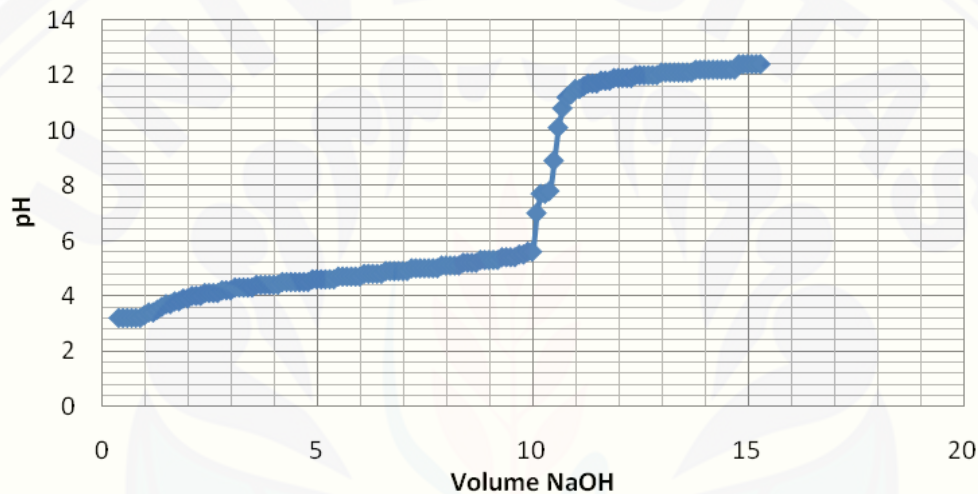
4.6.2 Hasil Titrasi Otomatis Asam Lemah (CH_3COOH) dan Basa Kuat (NaOH)

Pengujian titrasi otomatis menggunakan pH meter saku Hanna dan kamera webcam PC adalah menggunakan titrasi asam lemah dan basa kuat. Pengujian dilakukan dengan larutan uji CH_3COOH dengan variasi konsentrasi 0,1 M, 0,05 M, dan 0,01 M. Hasil untuk titrasi asam lemah (CH_3COOH) konsentrasi 0,1 M sebagai titran dengan basa kuat NaOH sebagai titrat dapat dilihat pada tabel 4.4. Pengujian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, dan didapatkan hasil rata-rata titik akhir titrasi 10,178 mL dan didapatkan konsentrasi rata-rata 0,101 M. Kurva titrasi dapat dilihat pada gambar 4.12 dan kurva turunan pertama untuk menentukan konsentrasi NaOH bisa dilihat pada gambar 4.13.

Tabel 4.4 Hasil titrasi hasil titrasi asam lemah (CH_3COOH) 0,1 M dan basa kuat (NaOH)

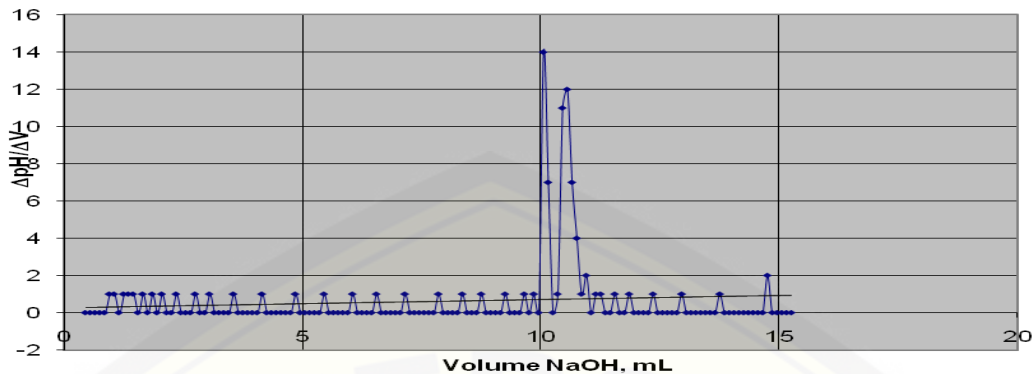
| Ulangan | V NaOH (mL) | V CH_3COOH (mL) | Konsentrasi CH_3COOH (M) |
|------------------|-------------|---------------------------------|--|
| 1. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| 2. | 10,445 | 10 | 0,104 |
| 3. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| Rata-rata | 10,178 | 10 | 0,101 |
| Standart Deviasi | 0,188 | 0 | 0,002 |

Tabel 4.4 menunjukkan nilai dari volume NaOH yang dibutuhkan untuk mencapai titik ekuivalen dan konsentrasi CH_3COOH menurut perhitungan dari nilai hasil titrasi. Konsentrasi CH_3COOH didapatkan rata-rata sebesar 0,101 M untuk rata-rata volume NaOH yang dibutuhkan 10,178 mL. Data hasil titrasi kemudian dibuat kurva hasil titrasi asam lemah dan basa kuat. Gambar 4.12 adalah gambar kurva hasil titrasi asam lemah dengan basa kuat, dapat dilihat bahwa titik ekuivalen terdapat pada titik 10,178 mL. Kurva titrasi memberi informasi bahwa titik ekuivalen berada pada pH 8.



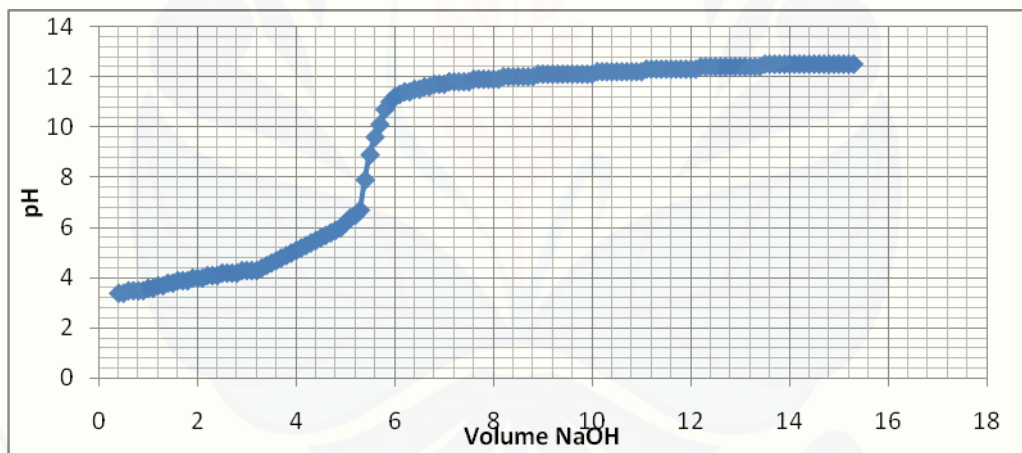
Gambar 4.16 Hasil Titrasi hasil titrasi asam lemah (CH_3COOH) 0,1 M dan basa kuat (NaOH)

Hasil dari data titrasi kemudian diolah untuk mencari nilai dari titik akhir titrasi dengan cara pembuatan kurva turunan pertama dari data yang diperoleh. Gambar 4.13 dapat disimpulkan bahwa nilai dari titik akhir titrasi adalah 10,045 mL.



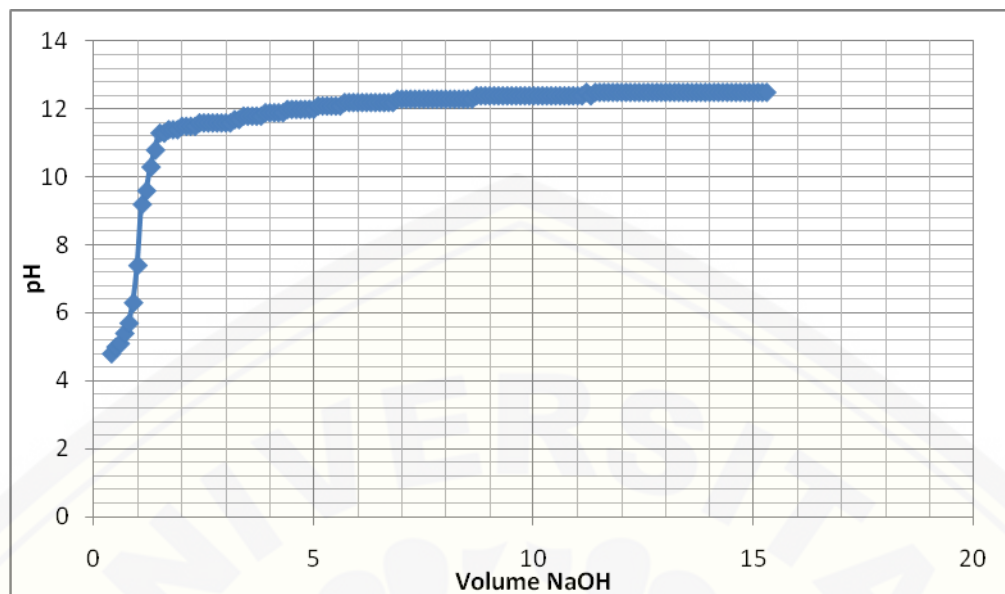
Gambar 4.17 Kurva turunan pertama titrasi otomatis asam lemah (CH_3COOH) 0,1 M dengan basa kuat (NaOH)

Langkah setelah pengujian menggunakan asam lemah (CH_3COOH) 0,1 M adalah dengan pengujian titrator otomatis menggunakan asam lemah (CH_3COOH) 0,05 M. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Data dan hasil dari titrasi otomatis asam lemah (CH_3COOH) 0,05 M dapat dilihat pada lampiran M.



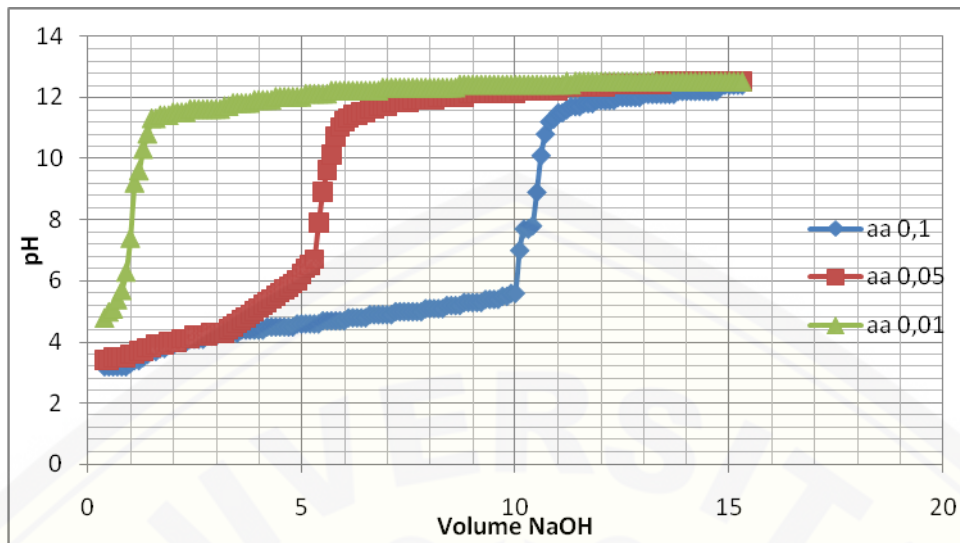
Gambar 4.18 Kurva titrasi otomatis asam lemah dan basa kuat dengan konsentrasi asam lemah 0,05 M.

Pengujian yang terakhir adalah pengujian menggunakan asam lemah 0,01 M dan basa kuat 0,1 M. Hasil dari titrasi otomatis dapat dilihat pada lampiran M dan kurva hasil titrasi dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.19 Kurva titrasi otomatis asam lemah dan basa kuat dengan konsentrasi asam lemah 0,01 M

Hasil titrasi asam lemah (CH_3COOH) 0,05 M dengan basa kuat (NaOH) dapat dilihat pada lampiran B, didapatkan nilai titik akhir titrasi dan konsentrasi berturut-turut yaitu 5,245 mL dan 0,052 M. Titrasi setelah titrasi dengan asam asetat 0,05 M kemudian dilanjutkan diuji dengan asam asetat 0,01 M, didapatkan titik akhir titrasi 1,04 5mL dan konsentrasi 0,0107 M. Hasil dari titrasi otomatis antara asam lemah (CH_3COOH) 0,05 M dan 0,001 M dapat dilihat pada lampiran B. Gambar 4.16 dapat dilihat bahwa ada beberapa perbedaan pada ketiga kurva tersebut antara lain nilai pH awal, nilai volume NaOH yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir titrasi. Kurva warna hijau jika dilihat memiliki pH paling tinggi di awal titrasi, ini karena kurva warna hijau adalah kurva dengan larutan uji asam lemah 0,001 M. Konsentrasi asam lemah 0,01 M adalah konsentrasi asam yang paling rendah yang digunakan dalam uji titrasi asam lemah dengan basa kuat. Asam lemah memiliki pH rendah atau pH mendekati 7 karena asam lemah memiliki jumlah H^+ yang sedikit/rendah jika dibanding dengan jumlah OH^- .



Gambar 4.20 Perbandingan kurva titrasi otomatis asam lemah dan basa kuat

Perbedaan yang terjadi pada ketiga perlakuan adalah perbedaan titik akhir titrasi sehingga berpengaruh pada perbedaan konsentrasi hasil titrasi. Titik akhir konsentrasi yang tercapai pada konsentrasi titrasi asam asetat 0,1 M; 0,05 M; 0,01 M berturut-turut adalah 10,1783 mL; 5,245 mL; 1,045 mL. Dilihat dari data yang diperoleh semakin kecil nilai konsentrasi titran maka semakin cepat titik akhir titrasi tercapai atau semakin sedikit titrat yang dibutuhkan. pH untuk titik akhir berada pada titik pH 8, karena kekuatan asam lebih rendah dibanding kekuatan basa. Asam lemah ketika dititrasi dengan basa kuat maka ion H^+ akan dengan mudah tertarik atau terlepas dari ikatan dan digantikan oleh ion OH^- . Konsentrasi basa yang lebih besar dan lebih kuat mengakibatkan titik akhir tertarik ke daerah basa atau ke daerah diatas pH 7.

4.7 Hasil Titrasi Konvensional Asam Kuat (HCl) dan Basa Kuat (NaOH)

Titrasi konvensional digunakan sebagai pembandingan antara hasil titrasi menggunakan titrator otomatis dengan titrasi menggunakan titrasi konvensional. Titrator konvensional disini adalah titrasi menggunakan buret sebagai tempat mengalirkan titrat (larutan yang tidak diketahui konsentrasinya), titran (larutan yang sudah diketahui konsentrasinya) dan menggunakan indikator phenolphthalein.

Titration is performed until there is a color change on the titrant, the point where the titrant has experienced a color change from colorless to pink. This sign indicates that the equivalence point has been reached. Results from conventional titration between strong acid with strong base and weak acid with strong base can be seen in Appendix C. Results for conventional titration of strong acid with strong base at concentrations of HCl 0,1 M; 0,05 M; 0,01 M are 10,05 mL; 5,217 mL; 1,067 mL. Results for conventional titration of weak acid with strong base at concentrations of CH₃COOH 0,1 M; 0,05 M; 0,01 M are 10,05 mL; 5,2 mL; 1,067 mL. Looking at the results of conventional titration of strong acid with strong base and weak acid with strong base, there is no significant difference, this shows that in conventional titration, the smaller the concentration of the titrant, the less titrant is needed to reach the end point of titration.

4.8 Tingkat Akurasi, Presisi dan Uji Statistik (Uji-t) Desain Titrator Menggunakan pH Meter Saku Hanna dan Kamera Webcam PC

This research uses two methods simultaneously for samples that are the same, namely automatic titration using a pH meter and conventional measurement. The statistical test performed is accuracy, precision and difference test (uji-t).

4.9.1 Akurasi

In this research, the method of determining accuracy used is a quantitative analysis method that is done by analyzing synthetic samples, namely samples whose value is known. Accuracy is defined as how close the measurement results or experiments are compared to the actual value, so the most accurate result is the measurement result that is closer to the standard value.

Tabel 4.5 Data penghitungan akurasi perbandingan titrasi asam kuat dengan basa kuat titrator otomatis dan titrator konvensional

| Pengulangan | Hasil konsentrasi Titrasi Otomatis Menggunakan HCl (M) | | | Hasil konsentrasi Titrasi Konvensional Menggunakan HCl (M) | | |
|------------------|--|--------|--------|--|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,052 | 0,011 | 0,1001 | 0,052 | 0,0104 |
| 2. | 0,1001 | 0,053 | 0,0104 | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| 3. | 0,101 | 0,053 | 0,0104 | 0,1001 | 0,051 | 0,0109 |
| Rata-Rata | 0,1004 | 0,052 | 0,0107 | 0,1001 | 0,051 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0,1001 | 0,0005 | 0,0005 | 0 | 0,0002 | 0,0002 |

Hasil yang akurat adalah hasil yang disepakati mendekati nilai sebenarnya dalam pengukuran kuantitas. Perbandingan dibuat atas dasar pengukuran keakuratan dari akurasi. Hasil persen akurasi untuk tiap konsentrasi dengan titrasi asam kuat dengan basa kuat dapat dilihat pada lampiran D. Hasil persen akurasi untuk tiap konsentrasi dengan titrasi asam lemah dengan basa kuat dapat dilihat pada lampiran E.

Hasil pada titrator otomatis asam kuat dengan basa kuat adalah 100,4%; 105,8%; 107%; sedangkan untuk titrasi konvensional didapat akurasi sebesar 100,1%; 103,8%; 106%. Hasil dari nilai akurasi untuk tiap konsentrasi 0,1; 0,05; 0,01 M pada titrator otomatis menghasilkan persen akurasi lebih baik dengan titrator konvensional. Hal ini berarti titrator otomatis menggunakan pH meter saku Hanna dan kamera Webcam PC keakuratannya lebih baik dari titrator konvensional.

Tabel 4.6 Data penghitungan akurasi perbandingan titrasi asam lemah dengan basa kuat titrator otomatis dan titrator konvensional

| Pengulangan | Hasil konsentrasi Titrasi Otomatis Menggunakan CH ₃ COOH (M) | | Hasil konsentrasi Titrasi Konvensional Menggunakan CH ₃ COOH (M) | |
|-------------|---|--|---|--|
|-------------|---|--|---|--|

| | 0,1 | 0,05 | 0,01 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. | 0,1001 | 0,053 | 0,011 | 0,1001 | 0,052 | 0,0109 |
| 2. | 0,104 | 0,052 | 0,0104 | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| 3. | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| Rata-Rata | 0,101 | 0,052 | 0,0107 | 0,1001 | 0,051 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0,002 | 0,0009 | 0,0005 | 0 | 0,0004 | 0,0002 |

Hasil pada titrator otomatis asam lemah dengan basa kuat adalah 101,4%; 104,4%; 107%; sedangkan untuk titrasi konvensional didapat akurasi sebesar 100,1%; 103,6%; 106%. Hasil dari nilai akurasi untuk tiap konsentrasi 0,1; 0,05; 0,01 M pada titrator otomatis menghasilkan persen akurasi lebih baik dengan titrator konvensional. Hal ini berarti titrator otomatis menggunakan pH meter saku Hanna dan camera Webcam PC keakuratannya lebih baik dari titrator konvensional.

4.9.2 Presisi

Chistian (1994) mendefinisikan presisi sebagai ukuran derajat keterulangan dari metode analisis. Nilai presisi dari suatu metode didapatkan dari nilai koefisien variasinya. Nilai Kv (koefisien variasi) menunjukkan tingkat kesalahan pengukuran akibat pengulangan analisa, sehingga nilai koefisien variasi berbanding terbalik dengan nilai kepresisian (derajat keterulangan). Nilai koefisien variasinya semakin kecil, maka semakin tinggi nilai presisinya. Besarnya koefisien variasi akan berpengaruh terhadap kualitas sebaran data, jadi jika koefisien variasi semakin kecil maka datanya semakin homogen dan jika koefisien korelasi semakin besar maka data yang dihasilkan semakin heterogen. Presisi menyatakan ukuran derajat keterulangan dari metode analisis, dimana nilai presisi dihitung dari nilai standart deviasi yang diperoleh. Standar deviasi menentukan taraf kesalahan dari koefisien variasi dalam suatu percobaan,

sehingga nilai koefisien variasi berbanding terbalik dengan nilai presisi, jika hasil suatu percobaan mempunyai kedekatan nilai yang hampir sama, maka bisa disimpulkan data percobaan tersebut presisi. Data nilai presisi kedua titrator terdapat pada lampiran H sampai lampiran K.

Data koefisien variasi titrator otomatis diperoleh beberapa nilai Kv terendah yaitu sebesar 0,19; 0,89; 4,213 untuk sampel HCl dan 2,26; 1,72; 4,67; untuk sampel CH₃COOH pada titrasi otomatis dibandingkan dengan nilai Kv pada metode konvensional yaitu 0; 0,38; 1,88; untuk sampel HCl dan 0; 0,772; 1,887 untuk sampel CH₃COOH. Hal ini menunjukkan bahwa titrator otomatis memiliki tingkat kesalahan pengukuran akibat pengulangan analisa lebih tinggi dibanding titrator konvensional, sehingga dapat disimpulkan titrator otomatis dengan menggunakan pH saku Hanna dan kamera webcam ini memiliki derajat keterulangan (presisi) yang lebih rendah dibandingkan dengan titrator konvensional, dilihat dari tingginya nilai Kv. Titrator otomatis ini memiliki nilai Kv lebih besar dari pada titrator konvensional dikarenakan terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi gambar yang dihasilkan, yaitu jarak cahaya terhadap sampel, penempatan kamera terhadap sampel, dan kestabilan pompa mengalirkan titran.

4.9.3 Uji Beda (Uji-t)

Uji beda merupakan uji perbandingan dari dua metode yang telah ditentukan, yaitu titrator otomatis menggunakan kamera webcam dan pH saku Hanna dengan titrator konvensional, jika t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} , maka H_0 ditolak, hal ini berarti ada korelasi dan presisi di antara kedua metode tersebut.

Tabel 4.7 Data perbandingan nilai konsentrasi dengan titrator otomatis (sumbu x) dan titrator konvensional (sumbu y) asam kuat dengan basa kuat.

| Konsentrasi sebenarnya HCl (M) | Otomatis | Konvensional |
|-----------------------------------|----------|--------------|
| 0,1 | 0,1004 | 0,1001 |
| 0,05 | 0,052 | 0,051 |

| | | |
|------|--------|--------|
| 0,01 | 0,0107 | 0,0106 |
|------|--------|--------|

Uji beda untuk analisis kedua titrator ini tertera pada lampiran L yaitu sebesar $31,614 > 12,71$ untuk sampel HCl. Hasil perhitungan uji-t keseluruhan memberikan harga $t_{hitung} > t_{tabel}$, dengan derajat kebebasan $n= 1$, $\alpha= 95\%$, $t_{tabel}= 12,71$. Nilai tersebut dapat diasumsikan sebagai metode alternatif untuk titrasi, dari data tersebut maka H_0 ditolak hal ini berarti kedua metode tidak memiliki beda nyata dan presisi diantara kedua tersebut.

Tabel 4.8 Data perbandingan nilai konsentrasi dengan titrator otomatis (sumbu x) dan titrator konvensional (sumbu y) asam lemah dengan basa kuat.

| Konsentrasi sebenarnya CH ₃ COOH (M) | Otomatis | Konvensional |
|---|----------|--------------|
| 0,1 | 0,098 | 0,099 |
| 0,05 | 0,095 | 0,096 |
| 0,01 | 0,092 | 0,093 |

Tabel 4.7 setelah melalui perhitungan yang dapat dilihat pada lampiran L menghasilkan nilai t_{tabel} sebesar 12,71 sedangkan t_{hitung} sebesar tak hingga. Nilai tak hingga berasal dari nilai $r=1$. Nilai $r=1$ berakibat pada t_{hitung} yang bernilai tak hingga. Nilai t_{hitung} untuk metode otomatis asam lemah dengan basa kuat yaitu $t_{hitung} > t_{tabel}$, sehingga tolak H_0 maka kedua metode tidak memiliki beda nyata antara kedua metode sehingga dapat digunakan sebagai metode alternatif.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian titrator otomatis dengan memanfaatkan kamera webcam PC dan pH meter saku Hanna maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. pH meter saku Hanna dapat digunakan dalam proses titrasi otomatis berbasis kamera webcam PC.
2. Hasil uji beda (uji-t) pada titrator otomatis membuktikan bahwa bahwa tidak terdapat perbedaan nyata hasil analisa asam basa antara metode camera webcam PC dengan konvensional. Hal ini ditunjukkan dari hasil $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu sebesar $31,614 > 12,71$. Sehingga titrasi menggunakan pH saku Hanna dan kamera webcam PC dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam proses titrasi.
3. Titrator otomatis dengan memanfaatkan kamera webcam memiliki akurasi hampir sama dengan titrator dengan konvensional, sehingga dapat disimpulkan titrator otomatis akurat, dan nilai presisi berturut-turut sebesar 0,19; 0,89; 4,213 untuk sampel HCl dan 2,26; 1,72; 4,67; untuk sampel CH_3COOH , sehingga nilai presisinya lebih kecil dibandingkan dengan titrasi konvensional.

5.2 Saran

Penelitian ini perlu dikembangkan lebih lanjut dengan mengeksplorasi beberapa parameter yang mempengaruhi analisis yaitu kekuatan lensa pada webcam, kestabilan pompa, kran pengatur laju alir larutan, sehingga akan tercipta alat yang bagus dalam perolehan data hasil analisis titrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, w, 2009. Titrasi Asam Basa (NETRALISASI) [serial online]. <http://www.Wwiro-pharmacy.Blogspot.com/2009/02/kuliah-asam-basa-netralisasi.html>. [20 November 2014]
- Anonim, 2009. *Titrasi Asam Basa* [serial online]. <http://www.rumahkimia.wordpress.com.com>. [10 Juni2014]
- Anonim. 2010. *LabView™*. Wikipedia Indonesia, Ensiklopedia Bebas Bahasa Indonesia. HTML Online.
- Basset, dkk. 1994. Buku Ajar Vogel : *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta : Penerbit EGC
- Christian, Gary, D. 1994. *Analitycal Chemistry*. Canada: John Willey And Son Inc.
- Day, R.A and Underwood, A.L. 1994. *Analisis Kimia Kuantitatif*, edisi kelima. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Harjadi.1990. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*.Jakarta:PT Gramedia Pustaka.
- Harinaldi. 2005. Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan SAINS. Jakarta : Erlangga
- Hendayana, Sumar, Dr. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang : IKIP Semarang Press.
- Junaidi. 1990. Titik Persentase Distribusi T [serial online]. <http://junaidichaniago.wordpress.com>. [10 Desember 2014]
- Kennedy, John H. 1990. *Analytical Chemistry Prinsipale*, 2nd Edition. New York : Souders College Publishing
- Khopkar, S.M. 2002. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : UI Press
- Mahendran R, Jayashree GC, Alagusundaram K. 2012. *Application of Computer Vision Technique on Sorting and Grading of Fruits and Vegetables*.India: Indian Institute of Crop Processing Technology
- Miller, J.C dan Miller J.N., 1991. *Statistik Untuk Kimia Analisis*. Edisi kedua. Diterjemahkan oleh suroso ITB; Bandung
- National Instrument Corporation. *Labview Tutorial Manual* January Edition, 1996

Skoog,*et al.* 1998. *Principle of Instrumental Analysis*, 6th edition. Canada:
Thomson Brooks/Cole, a Part of The Thomson Corporation.



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran A. Kalibrasi laju alir titran

Tabel Data Penentuan Volume Tetesan Titran

| NO. | Jumlah Titik Dalam Skala Putaran | Volume (mL) |
|-----|----------------------------------|-------------|
| 1 | 0 | 2,061 |
| 2 | 25 | 2,861 |
| 3 | 50 | 5,213 |
| 4 | 75 | 8,385 |
| 5 | 100 | 10,916 |
| 6 | 125 | 12,452 |
| 7 | 150 | 14,843 |
| 8 | 175 | 17,301 |
| 9 | 200 | 20,943 |

Lampiran B. Perhitungan Konsentrasi Titrator Otomatis (NaOH 0,09967 M)

1. Asam Kuat (HCl Dengan Basa Kuat (NaOH)

Sampel HCl 0,1M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi HCl (M) |
|------------------|-------------|------------|---------------------|
| 1. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| 2. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| 3. | 10,145 | 10 | 0,101 |
| Rata – Rata | 10,078 | 10 | 0,1004 |
| Standart Deviasi | 0,047 | 0 | 0,0005 |

2. Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

Sampel HCl 0,05M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi HCl (M) |
|------------------|-------------|------------|---------------------|
| 1. | 5,245 | 10 | 0,052 |
| 2. | 5,345 | 10 | 0,053 |
| 3. | 5,345 | 10 | 0,053 |
| Rata – Rata | 5,311 | 10 | 0,052 |
| Standart Deviasi | 0,047 | 0 | 0,0005 |

3. Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

Sampel HCl 0,01M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi HCl (M) |
|------------------|-------------|------------|---------------------|
| 1. | 1,145 | 10 | 0,011 |
| 2. | 1,045 | 10 | 0,0104 |
| 3. | 1,045 | 10 | 0,0104 |
| Rata – Rata | 1,078 | 10 | 0,0107 |
| Standart Deviasi | 0,047 | 0 | 0,0005 |

4. Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

Sampel CH₃COOH 0,1M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V CH ₃ COOH (mL) | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) |
|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| 2. | 10,445 | 10 | 0,104 |
| 3. | 10,045 | 10 | 0,1001 |
| Rata – Rata | 10,178 | 10 | 0,101 |
| Standart Deviasi | 0,188 | 0 | 0,002 |

5. Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

Sampel CH₃COOH 0,05M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V CH ₃ COOH (mL) | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) |
|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. | 5,345 | 10 | 0,053 |
| 2. | 5,245 | 10 | 0,052 |
| 3. | 5,145 | 10 | 0,051 |
| Rata – Rata | 5,245 | 10 | 0,052 |
| Standart Deviasi | 0,082 | 0 | 0,0009 |

6. Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

Sampel CH₃COOH 0,01M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi (M) |
|------------------|-------------|------------|-----------------|
| 1. | 1,145 | 10 | 0,011 |
| 2. | 1,045 | 10 | 0,0104 |
| 3. | 1,045 | 10 | 0,0104 |
| Rata – Rata | 1,045 | 10 | 0,0107 |
| Standart Deviasi | 0 | 0 | 0,0005 |

Lampian C. Perhitungan Konsentrasi Titrator Konvensional (NaOH 0,09967 M)

1. Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

HCl 0,1M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi (M) |
|------------------|-------------|------------|-----------------|
| 1. | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| 2. | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| 3. | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| Rata – Rata | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| Standart Deviasi | 0 | 0 | 0 |

2. Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

HCl 0,05M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi (M) |
|------------------|-------------|------------|-----------------|
| 1. | 5,25 | 10 | 0,052 |
| 2. | 5,2 | 10 | 0,051 |
| 3. | 5,2 | 10 | 0,051 |
| Rata – Rata | 5,216 | 10 | 0,051 |
| Standart Deviasi | 0,023 | 0 | 0,0002 |

3. Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

HCl 0,01M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V HCl (mL) | Konsentrasi (M) |
|------------------|-------------|------------|-----------------|
| 1. | 1,05 | 10 | 0,0104 |
| 2. | 1,05 | 10 | 0,0104 |
| 3. | 1,1 | 10 | 0,0109 |
| Rata – Rata | 1,066 | 10 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0,023 | 0 | 0,0002 |

4. Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

CH₃COOH 0,1M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V CH ₃ COOH (mL) | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) |
|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| 2. | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| 3. | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| Rata – Rata | 10,05 | 10 | 0,1001 |
| Standart Deviasi | 0 | 0 | 0 |

5. Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

CH₃COOH 0,05M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V CH ₃ COOH (mL) | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) |
|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. | 5,25 | 10 | 0,052 |
| 2. | 5,2 | 10 | 0,051 |
| 3. | 5,15 | 10 | 0,051 |
| Rata – Rata | 5,2 | 10 | 0,051 |
| Standart Deviasi | 0,0408248 | 0 | 0,0004 |

6. Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

CH₃COOH 0,01M

| Ulangan | V NaOH (mL) | V CH ₃ COOH (mL) | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) |
|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. | 1,1 | 10 | 0,0109 |
| 2. | 1,05 | 10 | 0,0104 |
| 3. | 1,05 | 10 | 0,0104 |
| Rata – Rata | 1,066 | 10 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0,023 | 0 | 0,0002 |

Lampiran D. Perhitungan Akurasi Titrator Otomatis Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi HCl (M) | | |
|------------------|---------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,052 | 0,011 |
| 2. | 0,1001 | 0,053 | 0,0104 |
| 3. | 0,101 | 0,053 | 0,0104 |
| Rata - rata | 0,1004 | 0,052 | 0,0107 |
| Standart Deviasi | 0,1001 | 0,0005 | 0,0005 |

Akurasi = (data terbaca / Data sebenarnya) x 100%

Akurasi konsentrasi NaOH

HCl 0,1 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,1004 / 0,1) \times 100\% \\ &= 100,4\% \end{aligned}$$

HCl 0,05 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,052 / 0,05) \times 100\% \\ &= 105,8\% \end{aligned}$$

HCl 0,01 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,0107 / 0,01) \times 100\% \\ &= 107\% \end{aligned}$$

Lampiran E . Perhitungan Akurasi Titrator Otomatis Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) | | |
|------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,053 | 0,011 |
| 2. | 0,104 | 0,052 | 0,0104 |
| 3. | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| Rata – rata | 0,101 | 0,052 | 0,0107 |
| Standart Deviasi | 0,002 | 0,0009 | 0,0005 |

Akurasi = (data terbaca / Data sebenarnya) x 100%

Sampel CH₃COOH 0,1 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,101 / 0,1) \times 100\% \\ &= 101\% \end{aligned}$$

Sampel CH₃COOH 0,05 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,052 / 0,05) \times 100\% \\ &= 104,4\% \end{aligned}$$

Sampel CH₃COOH 0,01 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,0107 / 0,01) \times 100\% \\ &= 107\% \end{aligned}$$

Lampiran F. Perhitungan akurasi Titrator Konvensional Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi HCl (M) | | |
|------------------|---------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,052 | 0,0104 |
| 2. | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| 3. | 0,1001 | 0,051 | 0,0109 |
| Rata – rata | 0,1001 | 0,051 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0 | 0,0002 | 0,0002 |

Akurasi = (data terbaca / Data sebenarnya) x 100%

Akurasi konsentrasi NaOH

HCl 0,1 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,1001 / 0,1) \times 100\% \\ &= 100,1\% \end{aligned}$$

HCl 0,05 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,051 / 0,05) \times 100\% \\ &= 103,8\% \end{aligned}$$

HCl 0,01 M

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= (0,0106 / 0,01) \times 100\% \\ &= 106\% \end{aligned}$$

Lampiran G . Perhitungan Akurasi Titrator Konvensional Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) | | |
|------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,052 | 0,0109 |
| 2. | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| 3. | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| Rata – rata | 0,1001 | 0,051 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0 | 0,0004 | 0,0002 |

Akurasi = (data terbaca / Data sebenarnya) x 100%

Akurasi konsentrasi NaOH

Sampel CH₃COOH 0,1 M

Akurasi = (0,1001/ 0,1) x 100%

= 100,1 %

Sampel CH₃COOH 0,05 M

Akurasi = (0,051/ 0,05) x 100%

= 103,6%

Sampel CH₃COOH 0,01 M

Akurasi = (0,0106/ 0,1) x 100%

= 106%

Lampiran H. Perhitungan Presisi Titrator Otomatis Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi HCl (M) | | |
|------------------|---------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,0522 | 0,0114 |
| 2. | 0,1001 | 0,0532 | 0,0104 |
| 3. | 0,1011 | 0,0532 | 0,0104 |
| Rata – rata | 0,1004 | 0,052 | 0,0107 |
| Standart Deviasi | 0,1001 | 0,0005 | 0,0005 |
| Sd/x | 0,997 | 0,0107 | 0,053 |
| Kv (%) | 99,701 | 1,077 | 5,327 |

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

HCl 0,1M

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

$$= [0,001/0,099] \times 100\%$$

$$= 0,191$$

HCl 0,05M

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

$$= [0,008/0,094] \times 100\%$$

$$= 0,892$$

HCl 0,01M

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

$$= [0,0039/0,092] \times 100\%$$

$$= 4,213$$

Lampiran I. Perhitungan Presisi Titrator Konvensional Asam Kuat (HCl) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi HCl (M) | | |
|------------------|---------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1. | 0,1001 | 0,052 | 0,0104 |
| 2. | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| 3. | 0,1001 | 0,051 | 0,0109 |
| Rata - rata | 0,1001 | 0,051 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0 | 0,0002 | 0,0002 |
| Sd/x | 0 | 0,003 | 0,018 |
| Kv (%) | 0 | 0,385 | 1,886 |

HCl 0,1M

$$\begin{aligned} K_v &= [SD/x] \times 100\% \\ &= [0/0,099] \times 100\% \\ &= 0 \end{aligned}$$

HCl 0,05M

$$\begin{aligned} K_v &= [SD/x] \times 100\% \\ &= 0,0038 \times 100\% \\ &= 0,38 \end{aligned}$$

HCl 0,01M

$$\begin{aligned} K_v &= [SD/x] \times 100\% \\ &= 0,0188 \times 100\% \\ &= 1,88 \end{aligned}$$

Lampiran J. Perhitungan Presisi Titrator Otomatis Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) | | |
|------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1 | 0,1001 | 0,053 | 0,0114 |
| 2 | 0,1041 | 0,052 | 0,0104 |
| 3 | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| Rata - Rata | 0,101 | 0,052 | 0,0107 |
| Standart Deviasi | 0,002 | 0,0009 | 0,0005 |
| SD/X | 0,022 | 0,017 | 0,046 |
| Kv | 2,268 | 1,724 | 4,672 |

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

CH₃COOH 0,1M

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

$$= 0,0226 \times 100\%$$

$$= 2,26$$

CH₃COOH 0,05M

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

$$= 0,0172 \times 100\%$$

$$= 1,72$$

CH₃COOH 0,01M

$$Kv = [SD/x] \times 100\%$$

$$= 0,0467 \times 100\%$$

$$= 4,67$$

Lampiran K . Perhitungan Presisi Titrator Konvensional Asam Lemah (CH₃COOH) Dengan Basa Kuat (NaOH)

| Pengulangan | Konsentrasi CH ₃ COOH (M) | | |
|------------------|--------------------------------------|--------|--------|
| | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 1 | 0,1001 | 0,052 | 0,0109 |
| 2 | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| 3 | 0,1001 | 0,051 | 0,0104 |
| Rata - Rata | 0,1001 | 0,051 | 0,0106 |
| Standart Deviasi | 0 | 0,0004 | 0,0002 |
| SD/X | 0 | 0,007 | 0,018 |
| Kv | 0 | 0,772 | 1,886 |

CH₃COOH 0,1M

$$\begin{aligned} K_v &= [SD/x] \times 100\% \\ &= [0/0,099] \times 100\% \\ &= 0 \end{aligned}$$

CH₃COOH 0,05M

$$\begin{aligned} K_v &= [SD/x] \times 100\% \\ &= 0,00772 \times 100\% \\ &= 0,772 \end{aligned}$$

CH₃COOH 0,01M

$$\begin{aligned} K_v &= [SD/x] \times 100\% \\ &= 0,01887 \times 100\% \\ &= 1,887 \end{aligned}$$

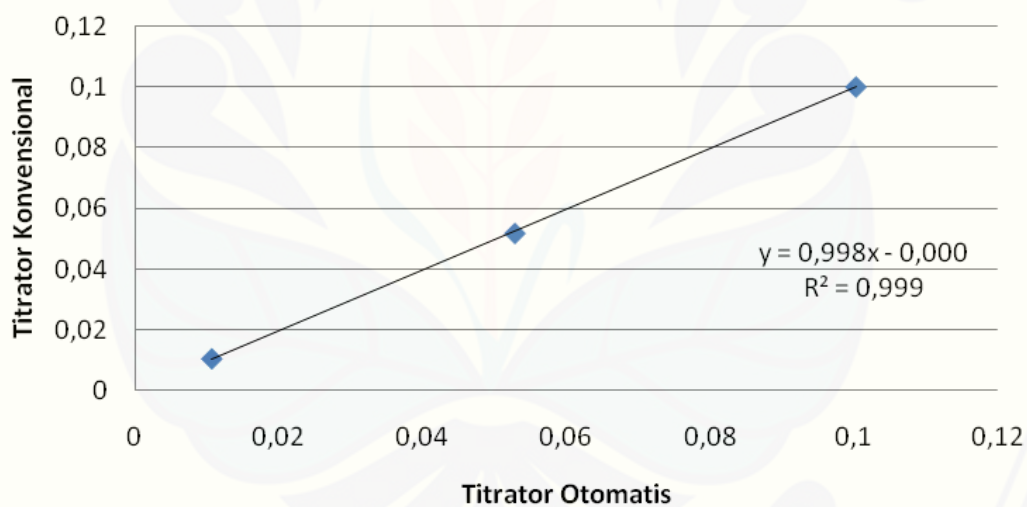
Lampiran L. Uji Beda (Uji-t)

1. Uji beda (uji-t) untuk hasil konsentrasi proses titrasi asam kuat – basa kuat menggunakan titrator otomatis dan titrator konvensional

Data perbandingan nilai konsentrasi dengan titrator otomatis (sumbu x) dan titrator konvensional (sumbu y)

| Konsentrasi (M) | Otomatis | Konvensional |
|-----------------|----------|--------------|
| 0,1 | 0,100 | 0,100 |
| 0,05 | 0,052 | 0,051 |
| 0,01 | 0,010 | 0,010 |

Kurva Perbandingan Titrator Otomatis dan Konvensional



$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= (|r| \sqrt{(n-2)}) / \sqrt{(1-r)} \\
 &= (|0,999| \sqrt{(3-2)}) / \sqrt{(1-0,999)} \\
 &= (|0,999| \sqrt{(1)}) / \sqrt{(0,001)} \\
 &= |0,999| / 0,0316 \\
 &= 31,614
 \end{aligned}$$

Nilai t_{tabel} pada selang kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan 1 = 12,71

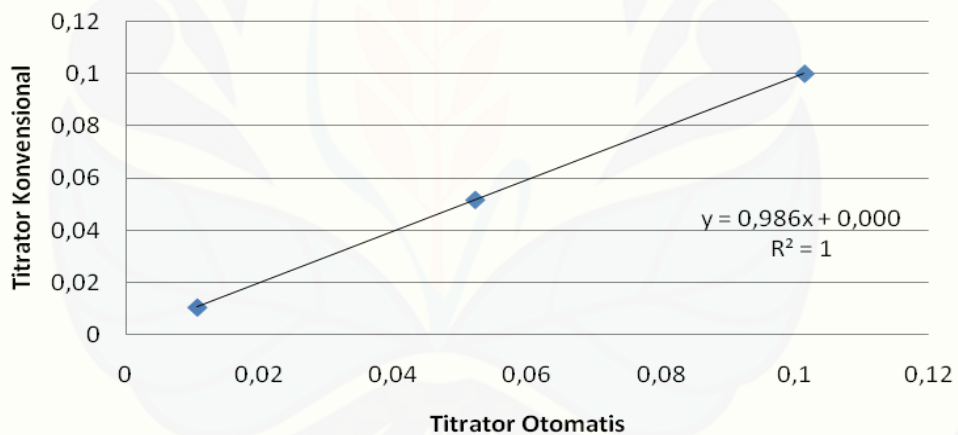
Jadi, $t_{hitung} > t_{tabel} = 31,614 > 12,71$

2. Uji Beda (Uji-T) Untuk Hasil Konsentrasi Proses Titration Asam Lemah – Basa Kuat Menggunakan Titrator Otomatis Dan Titrator Konvensional

Data perbandingan nilai konsentrasi dengan titrator otomatis (x) dan titrator konvensional (y).

| Konsentrasi (M) | Otomatis (x) | Konvensional (y) |
|-----------------|--------------|------------------|
| 0,1 | 0,101 | 0,100 |
| 0,05 | 0,052 | 0,051 |
| 0,01 | 0,010 | 0,010 |

Kurva Perbandingan Titrator Otomatis dan Konvensional



$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= (|r| \sqrt{(n-2)}) / \sqrt{(1-r^2)} \\
 &= (|1| \sqrt{(3-2)}) / \sqrt{(1-1)} \\
 &= (|1| \sqrt{(1)}) / \sqrt{(0)} \\
 &= |1| / 0 \\
 &= \sim
 \end{aligned}$$

Nilai t_{tabel} pada selang kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan 1 = 12,71

Jadi, $t_{hitung} > t_{tabel} = \sim > 12,71$