

**DESAIN PORTABEL KIT UNTUK ANALISIS Fe DENGAN
PRINSIP SPEKTROFOTOMETRI VISIBEL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Oleh:
VAHIMMATUL CHOIRUL ILMA NURHAKIKI
NIM. 17630002



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**DESAIN PORTABEL KIT UNTUK ANALISIS Fe DENGAN PRINSIP SPEKTROFOTOMETRI
VISIBEL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**VAHIMMATUL CHOIRUL ILMA NURHAKIKI
NIM. 17630002**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

DESAIN PORTABEL KIT UNTUK ANALISIS Fe DENGAN PRINSIP SPEKTROFOTOMETRI
VISIBEL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:

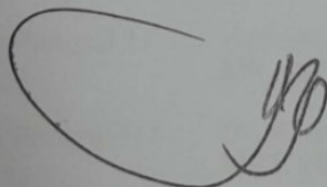
VAHIMMATUL CHOIRUL ILMA NURHAKIKI

NIM. 17630002

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

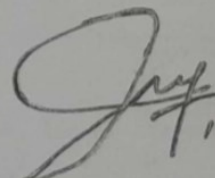
Malang, 20 Mei 2024

Pembimbing I



Himmatul Barroroh, M.Si
NIP. 19750730 200312 2 001

Pembimbing II



Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si
NIPT. 20140201409

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Rachmawati Wagsih, M.Si
NIP. 19840811 200801 2 010

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN PORTABEL KIT UNTUK ANALISIS Fe DENGAN PRINSIP SPEKTROFOTOMETRI
VISIBEL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

SKRIPSI

Oleh:

VAHIMMATUL CHOIRUL ILMA NURHAKIKI
NIM. 17630002

Telah Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 27 Juni 2024

Ketua Penguji : Diana Chandra Dewi, M.Si
NIP. 19770720 200312 2 001

Anggota Penguji I : Susi Nurul Khalifah, M.Sc
NIP. 19851020 201903 2 012

Anggota Penguji II : Himmatul Barroroh, M.Si
NIP. 19750730 200312 2 001

Anggota Penguji III : Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si
NIPT. 2014201409

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Rashmawati WINGSIH, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vahimmatul Choirul Ilma Nurhakiki
NIM : 17630002
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visibel Menggunakan Arduino Uno

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan saya, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi perbuatan tersebut.

Malang, 27 Juni 2024

Yang Membuat Pernyataan



Vahimmatul Choirul Ilma Nurhakiki

NIM. 17630004

MOTTO

“Jangan Biarkan Ketetapan Hati Kalian Melemah, Ketahuilah Bahwa Ketentuan Allah datang Sesuai Keinginanmu. Jangan ada yang Ditakutkan Oleh Orang-Orang Islam Selama Mereka Mendapat Pertolongan dari Allah Ta’ala”

“Khalid Bin Walid RA”

“Kegagalan Akan Terjadi Bila Kita Menyerah”

(B.J. Habibie)

“Semua akan Mencapai Titik Akhir di Waktu yang Tepat”

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan mengucapkan rasa syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala
Kupersembahkan karya tulis yang tersusun menjadi tugas akhir masa perjalananku di
bangku Kuliah ini teruntuk orangtuaku tersayang Ibu Aminin, Bapak Ahmad Zaenudin serta
Bapak Suwanto yang tiada henti memanjatkan do'a serta dukungan baik moril maupun
materil, semoga Allah selalu memberikan Rahmatnya.*

*Terimakasih juga kepada Suami tersayang Moh. Farhan Diananta yang tanpa henti
menemani perjalanan ini, banyak membantu dan menyiapkan segala aspek yang saya
butuhkan. Terimakasih serta mertua dan sanak saudara yang telah banyak andil dalam
perjalananku.*

*Dosen pembimbing Ibu Himmatul Barroroh, M.Si dan Bapak Dr M. Mukhlis Fahrudin, M.Si,
terimakasih banyak atas bimbingan, nasehat, serta dukungannya selama pengerjaan skripsi
saya*

*Teman teman saya Pondok Pesantren Sabilurrosyad Gasek Malang Khususnya Tim Gasek
Multimedia yang banyak membantu saya dalam perancangan alat maupun aplikasi, serta
teman-teman jurusan kimia angkatan 2017 yang telah memberi warna yang indah dalam
perjalanan menimba ilmu*

Serta untuk diriku sendiri

Terimakasih sudah berjuang tanpa henti, sehingga mencapai garis finish diwaktu yang tepat

KATA PENGANTAR

Puji Syukur tidak henti hentinya ku haturkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala Sang Maha Agung atas segala karunia dan nikmat yang telah tcurahkan tidak ada henti hentinya kepada saya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul **"Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visible Menggunakan Arduino Uno"** dengan tanpa adanya kendala sedikitpun.

Sholawat dan Salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi kita semua yang telah menunjukkan jalan terang benderang bagi seluruh umat Islam yaitu Ad-Dinnul Islam.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir skripsi ini antara lain:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dorongan baik dari segi moril maupun materil
2. Kepada Abah K.H Marzuqi Mustamar, dan Umi Nyai H. Saiddah Mustaghfiroh beserta keluarga, Kepada Alm. K.H Murtadlo Amin dan keluarga, serta Abah K.H Warsito dan keluarga, selaku pengasuh Pondok Pesantren Sabilurrosyad Gasek, yang telah memberikan dukungan spiritual, moril, maupun materi.
3. Bapak Prof. Dr. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
5. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si. selaku ketua program studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
6. Ibu Himmatul Barroroh, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat terhadap penyusunan proposal skripsi dengan sabar, serta memberikan dukungan moral dan spiritual.
7. Bapak Dr. M. Mukhlis Fahrudin, M.Si sebagai dosen pembimbing Agama dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang dengan sabar memberikan arahan serta dukungan baik moral, spiritual, maupun materi.
8. Seluruh dosen dan staff jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu, wawasan, serta arahan sebagai pedoman dan bekal untuk penyusun guna menyelesaikan tugas Akhir. Terimakasih yang sangat besar dari dalam lubuk hati saya, teriring do'a dan harapan semoga apa yang telah diberikan mendapat balasan yang tak terhingga dari Allah SWT, dan semoga sebagai amal Jariyyah yang tidak perna terputus.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Dengan menyadari atas terbatasnya ilmu yang penyusun miliki skripsi ini tentu jauh dari kesempurnaan, untuk itu penyusun dengan senang hati mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan dengan senang hati mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dalam penyusunan selanjutnya. Terlepas dari segala kekurangan semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua.

Aamiin.

Malang, 27 Juni 2024
Yang Membuat Pernyataan

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.	v
HALAMAN KEASLIAN TULISAN	vii
MOTTO	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xxv
خلاصة	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Design KIT.....	5
2.2 Perspektif Penelitian dalam Islam.....	5
2.3 Besi.....	6
2.4 Natrium Tiosulfat	7
2.5 Hukum Lambert Beer	8
2.6 Spektrofotometer Sinar Tampak (Vissible)	9
2.7 Spektrum Warna.....	12
2.8 1,10- Fenatroline	14
2.9 Arduino Uno.....	16
2.10 Bahasa Pemrograman Delphi	18
2.11 Metode Validasi	19
2.12 Perangkat Pendukung.....	21
BAB III METODOLOGI.....	29
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	29
3.2 Alat dan Bahan	29
3.2.1 Alat.....	29
3.2.2 Bahan Kimia	29
3.3 Rancangan Penelitian	29
3.4 Pembuatan Larutan	30
3.5 Perhitungan	31
3.6 Perancangan Validasi	32
3.7 Kalibrasi Instrumen	37
3.8 Validasi Instrumen	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Perancangan Kit Portabel	41
4.2 Reaksi Kimia.....	44
4.3 Kalibrasi Alat.....	45
4.4 Validasi Alat	48
4.5 Penelitian Dalam Perspektif Al Quran.....	52

BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	63

DATAR TABEL

Tabel 2.1 Warna Cahaya dan Gelombang.....	13
Tabel 2.2 Perbedaan Warna Asli dan Warna Komplementer terhadap lamda maksimum	14
Tabel 2.3 Bahan Penyusun LED	27
Tabel 3.1 Uji Validasi Alat	38
Tabel 3.2 Uji Batas Deteksi Alat.....	39
Tabel 4.1 Kalibrasi Kit	46
Tabel 4.2 Kalibrasi Instrumen	47
Tabel 4.3 Uji Linieritas.....	48
Tabel 4.4 Hasil Uji Linieritas.....	50
Tabel 4.5 Uji LoD dan LoQ	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Senyawa Natrium Tiosulfat	8
Gambar 2.2	Hukum Lambert Beer	9
Gambar 2.3	Skema alat Spektroskopi Ultraviolet-visible	10
Gambar 2.4	Monokromator	11
Gambar 2.5	Prisma	11
Gambar 2.6	Spektrum Warna	12
Gambar 2.7	Spektrum Gelombang Elektromagnetik Lengkap	13
Gambar 2.8	Ligan 1,10-Fenatrolin	15
Gambar 2.9	Perangkat Arduino	17
Gambar 2.10	AVR ATmega328	23
Gambar 2.11	Rangkaian Elektronik Power Supply	24
Gambar 2.12	Sensor LDR	25
Gambar 2.13	Modul Sensor LDR	26
Gambar 2.14	Rangkaian Modul Sensor LDR	26
Gambar 2.15	LED	26
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem Mekanik	33
Gambar 3.2	Diagram Blok Sistem Elektronik	33
Gambar 3.3	Flowchart Sistem Keseluruhan	35
Gambar 3.4	Flowchart Sistem Mikrokontroler	36
Gambar 4.1	KIT Portable bagian luar dan dalam	41
Gambar 4.2	Kode Pemrograman	43
Gambar 4.3	Struktur Oktahedral	45
Gambar 4.4	Kode Pemrograman Sebelum dan Sesudah Running	45
Gambar 4.5	Kode Arduino IDE	46
Gambar 4.6	Kurva Kalibrasi Kit	47
Gambar 4.7	Kurva Kalibrasi Instrumen	47
Gambar 4.8	Kurva Linieritas	48
Gambar 4.9	Kurva Regresi LoD dan LoQ	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.....	63
Lampiran II.....	65
Lampiran III.....	77

ABSTRAK

Choirul Ilma Nurhakiki. Vahimmatul. 2024. **Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visible Menggunakan Arduino Uno**. Proposal Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I: Himmatul Baroroh, M.Si; Pembimbing II: Dr. Muchlis Fahrudin, M.Si
Kata Kunci: Besi, Spektrofotometer, Arduino UNO

Besi merupakan salah unsur yang tersedia dengan kelimpahan tinggi di alam, sehingga pencemaran besi juga cukup tinggi di alam baik dalam kandungan mineral maupun terkandung dalam zat. Oleh karena itu karena banyaknya kadar besi maka pengukuran kadar besi di dalam laboratorium juga meningkat, maka penelitian ini bertujuan untuk membentuk alat ukur kadar besi (Fe) dengan metode spektrofotometri visible menggunakan instrumen fotometri.

Besi dapat membentuk senyawa kompleks dengan bereaksi dengan ligan 1,10 Phenantrolin sehingga didapat warna komplementer merah jingga, dan warna asli hijau. Karena warna asli hijau maka instrumen yang digunakan adalah LED dari Gallium Arsenium yang berwarna hijau, sehingga mempunyai panjang gelombang 510 nm. Untuk menangkap cahaya menggunakan sensor LDR. Instrumen Kit ini menggunakan Arduino UNO dan Mikrokontroler ATmega 328P sebagai otaknya.

Uji spesifikasi alat meliputi parameter linieritas LoD dan LoQ yang menunjukkan bahwa alat berhasil dibuat dengan menggunakan LED sebagai sumber cahaya, kuvet, sensor LDR yang dikemas secara portabel dengan pengolah data dari aplikasi Delphi, Arduino IDE, dan penghubung Serial Comport. Design KIT Portable ini mempunyai nilai akurasi sebesar 0,1% dan batas deteksi absorbansi sebesar 2,348 ppm dengan respon yang dapat diterima sebesar 8,129 ppm. Sedangkan pada sampel pada konsentrasi 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm menghasilkan nilai absorbansi sebesar 0,0103; 0,035; 0,0584, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasinya, maka akan semakin tinggi pula nilai absorbansinya.

ABSTRACT

Choirul Ilma Nurhakiki. Vahimmatul. 2024. **Portable Design Kit for Fe Analysis Using Visible Spectrophotometry Principles Using Arduino Uno**. Thesis proposal. Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor I: Himmatul Baroroh, M.Si; Supervisor II: Dr. Muchlis Fahrudin, M.Sc

Keywords: Iron, Spectrophotometer, Arduino UNO

Iron is an element that is available in high abundance in nature, so iron pollution is also quite high in nature, both in mineral content and contained in substances. Therefore, because of the large amount of iron content, the measurement of iron content in the laboratory also increases, so this research aims to create an instrument for measuring iron (Fe) content using the visible spectrophotometric method using photometric instruments.

Iron can form complex compounds by reacting with the 1,10 Phenanthroline ligand to obtain the complementary color red-orange and the original color green. Because the original color is green, the instrument used is an LED made from Gallium Alluminium which is green, so it has a wavelength of 510 nm. To capture light using an LDR sensor. This instrument kit uses an Arduino UNO and ATmega 328P microcontroller as its brain.

The tool specification test includes LoD and LoQ linearity parameters which show that the tool was successfully created using an LED as a light source, a cuvette, an LDR sensor which is packaged portable with a data processor from the Delphi application, Arduino IDE, and a Serial Comport connector. This Portable KIT design has an accuracy value of 0.1% and an absorbance detection limit of 2,348 ppm with an acceptable response of 8,129 ppm. Meanwhile, samples at concentrations of 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm produced an absorbance value of 0.0103; 0.035; 0.0584, so it can be concluded that the higher the concentration, the higher the absorbance value.

خلاصة

خير لايلما نورحقي. فاهيماتول. ٢٠٢٤. مجموعة التصميم المحمولة لتحليل الحديد باستخدام مبادئ القياس اقتراح أطروحة. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة اردوينو اونو الطيفي المرئي باستخدام؛ المشرف M.Si مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: همتول باروروه، الثاني: د. موشليس فخر الدين ماجستير الكلمات المفتاحية: الحديد، مقياس الطيف الضوئي، اردوينو اونو

الحديد هو عنصر متوفر بكثرة في الطبيعة، وبالتالي فإن تلوث الحديد مرتفع جدًا أيضًا في الطبيعة، سواء في المحتوى المعدني أو الموجود في المواد. ولذلك وبسبب كمية الحديد الكبيرة فإن قياس محتوى الحديد في المختبر يزداد أيضًا، لذا يهدف هذا البحث إلى إنشاء أداة لقياس محتوى الحديد باستخدام الطريقة الطيفية المرئية باستخدام الأجهزة الضوئية.

يمكن للحديد أن يشكل مركبات معقدة عن طريق التفاعل مع رابطة أورثو فينانترولين للحصول على اللون الأحمر البرتقالي المكمل واللون الأصلي الأخضر. نظرًا لأن اللون الأصلي هو الأخضر، فإن الأداة المستخدمة عبارة عن صمام ثنائي باعث للضوء مصنوع من ألومونيوم الغاليوم وهو أخضر اللون، لذا يبلغ طوله الموجي ٠١٠ نانومتر. لالتقاط الضوء باستخدام مستشعر المقاوم المعتمد على الضوء. تستخدم كعقل لها ٣٥٨ وات ميغا اونو اردوينو مجموعة الأدوات هذه وحدة التحكم الدقيقة

يشتمل اختبار مواصفات الأداة على معلمات خطية للكشف عن الحدود والحد الكمي والتي توضح أنه تم إنشاء الأداة بنجاح باستخدام صمام ثنائي باعث للضوء كمصدر للضوء، وكفيت، ومستشعر مقاوم يعتمد وموصل ادئ اردوينو على الضوء والذي يتم تعبئته بشكل محمول مع معالج بيانات من تطبيق دلفي و يتميز تصميم المجموعة المحمولة هذا بقيمة دقة تبلغ ٠,١% وحد كشف الامتصاص شيريلامفورت يبلغ ١٢,٣٤٨١ جزء في المليون مع استجابة مقبولة تبلغ ١٨,١٣٨١ جزء في المليون. وفي الوقت نفسه، أنتجت العينات بتركيزات ٣ جزء في المليون، ٣ جزء في المليون، ٣٠ جزء في المليون قيمة امتصاص قدرها ١٠,٣؛ ١٠,٣٥؛ ١٠,٥٨؛ لذلك يمكن استنتاج أنه كلما زاد التركيز، زادت قيمة الامتصاص

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besi merupakan salah satu logam mineral yang tersedia secara bebas di alam dengan jumlah yang besar. Besi yang tersedia di alam menjadi material sulfida dan oksida, dengan memiliki variasi bilangan oksidasi, namun besi yang tersedia di alam yang sangat banyak adalah besi dengan bilangan oksidasi +2 dan +3 (Ohmer, 1978). Karena keberadaan besi yang sangat banyak di alam maka besi banyak dimanfaatkan salah satunya dimanfaatkan dalam pembuatan baja maupun penelitian di dalam kimia dan farmasi, hal ini didasari karena pengolahan besi yang sederhana, mudah dimodifikasi, dan ekonomis (Canham dan Overtone, 2003). Kandungan besi juga terdapat pada makanan yang dikonsumsi sehari-hari oleh manusia berupa ion-ion, yaitu ion Fe (Ferro) dan Ion Fe (Ferri), Fungsi kandungan besi didalam tubuh adalah untuk mengatur metabolisme tubuh dengan kadar yang sesuai. Apabila kadar besi dikonsumsi secara berlebihan akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti diabetes, kerusakan hati dan penyumbatan pembuluh jantung (Alaert dan Santika, 1987). Apabila penggunaan besi maupun logam besi secara berlebihan akan menimbulkan dampak *negative* bagi lingkungan, dampak *negative* ini berupa kerusakan alam. Contoh dampak *negative* berupa pencemaran sungai oleh logam besi yang dapat menyebabkan keracunan ketika dikonsumsi, selain itu dapat menyebabkan kerusakan ekosistem. Penjelasan kerusakan alam ini sudah dijelaskan dalam dalil Allah dalam Al Qur'an Surat Ar Rum ayat 41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: "Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."

Dari ayat di atas menjelaskan bahwa dalam dunia ini tidak ada yang diciptakan oleh Allah Ta'ala secara sia-sia, karena segala sesuatu yang diciptakan oleh Allah Ta'ala pasti membawa kemanfaatan yang sesuai dengan kadarnya. Maka kita sebagai makhluk sempurna yang mempunyai akal fikiran harus bersyukur atas nikmat tersebut. Rasa syukur atas segala nikmat dapat kita wujudkan dengan menciptakan terobosan baru seperti alat analisis kadar logam Fe untuk industri kertas secara efisien.

Sehingga untuk mendapatkan kadar Fe yang sesuai takaran maka perlu adanya pengukuran dengan metode analitik diantaranya seperti AAS, *Graphic Furnace* AAS, potensiometri, dan spektrofotometri UV-Visible (Teskaldet, dkk, 2004). Penentuan kadar Fe dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Visible telah

banyak dilakukan, hal ini karena proses yang mudah dan murah. Untuk analisis kadar Fe dapat dilakukan dengan mengkomplekskan Ion Fe terlebih dahulu untuk membentuk warna yang spesifik.

Desain Portabel Kit untuk Analisis Fe dengan prinsip spektrofotometri Visibel menggunakan Arduino Uno ini mempunyai kelemahan dalam pengujian (analisis) yaitu yang hanya bisa menguji 1 sampel yaitu logam Fe^{3+} yang direduksi untuk menjadi Fe^{2+} yang sangat dibutuhkan dalam analisis, namun memiliki keunggulan dalam tampilan kit yang mudah dibawa kemana-mana karena mempunyai ukuran yang kecil. Sehingga alat ini cocok untuk penelitian banyak pihak, salah satunya analisator maupun mahasiswa.

Metode yang digunakan dalam analisis pada alat Desain Portabel Kit untuk Analisis Fe adalah metode spektrofotometri visibel. Prinsip kerja spektrofotometri visibel adalah sampel akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Desain Portabel Kit untuk Analisis Fe ini dilengkapi oleh sensor LDR yang mempunyai prinsip kerja menangkap sinyal cahaya yang berwarna, sedangkan sampel yang akan membutuhkan reagen 1,10-Phenatrolin untuk memperoleh warna dalam sampel, warna komplementer yang dihasilkan adalah warna jingga kecoklatan, sedangkan warna aslinya adalah warna hijau. Sehingga dapat diukur nilai Absorbansinya 501 nm – 510 nm (Zhu, dkk,2014).

Desain ini sudah pernah diteliti oleh Faricha, 2009 pada penelitiannya dengan judul “Pembuatan Alat Ukur Kadar Besi dalam Air dengan Metode Absorbansi Spektrofotometri”, dalam penelitian tersebut telah dijelaskan rancang bangun alat analisis kandungan Fe dalam air dengan metode spektrofotometri pada absorbansi dengan lamda maksimal. Dengan demikian peneliti mempunyai maksud untuk meneliti berdasarkan permasalahan, teori, dan hasil penelitian sebelumnya, sehingga relevan dengan kebutuhan dan permasalahan yang ada. Penelitian ini termasuk pengembangan dari penelitian sebelumnya. Maka peneliti mengambil judul **“Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visibel Menggunakan Arduino Uno”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini

1. Bagaimana rancang bangun Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visibel Menggunakan Arduino Uno?
2. Bagaimanakah hasil nilai uji dari Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visibel Menggunakan Arduino Uno?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui rancang bangun Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visibel Menggunakan Arduino Uno
2. Untuk mengetahui nilai uji i alat Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Visibel Menggunakan Arduino Uno dengan variasi konsentrasi

1.4 Batasan Masalah

Analisis sampel industri analisis secara sensorik berbasis Arduino UNO dengan pengolahan data hasil melalui aplikasi kimia yang efisien tempat dan mudah dibawa

1. Alat ini telah dilengkapi dengan *hardware* maupun *software* yang terkemas secara portabel
2. Sampel yang digunakan menitik beratkan pada sampel yang mengandung kadar Logam Fe
3. Larutan standart yang digunakan adalah FeCl_3
4. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sebagai pereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+}
5. Reagen yang diperlukan adalah 1,10-Phenatrolin
6. Metode yang digunakan adalah metode spektrofotometri sinar tampak (visibel)
7. Analisis Fe pada industri dilakukan dengan *prototype* yang dikemas dalam Arduino UNO
8. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 328
9. Penggunaan sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai penyerap cahaya dan lampu LED berwarna hijau (*photodiode*) sebagai sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang 510 nm.
10. Penggunaan bahasa Pemrogramana Arduino IDE dan Delphi dan dihubungkan dengan *Software Comport* seri 7.0

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi diri peneliti, baik berupa informasi mengenai perancangan, pembuatan, cara kerja, prinsip kerja, maupun hasil akhir dari analisis Fe dengan alat Design Portable Kit analisis Fe dengan metode spektrofotometri-vis menggunakan Arduino UNO.

2. Bagi Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan untuk proses pengembangan maupun pembelajaran kelanjutan bagi mahasiswa Universitas

Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang khususnya dari mahasiswa program studi Kimia yang akan melakukan penelitian dengan tema yang berkaitan dengan judul penelitian ini.

3. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat luas khususnya dalam mempermudah pekerjaan manusia untuk meneliti kandungan Fe beberapa industri dengan keunggulan mudah dibawa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Portable KIT

Desain merupakan rancangan, kerangka, atau sebuah gagasan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) *Design* berarti desain yang bermakna kerangka bentuk (rancangan), pola motif, (corak) hal ini sesuai dengan pendapat dari Sachari dan Sunarya (2001, hlm 10) dalam bukunya “Desain adalah terjemahan fisik mengenai aspek sosial, ekonomi, dan tata hidup manusia, serta merupakan cerminan budaya zamannya. Desain adalah salah satu manifestasi kebudayaan yang berwujud, desain adalah produk dari nilai-nilai yang berlaku pada kurun waktu tertentu.”

Dari pernyataan di atas, dapat kita simpulkan bahwa desain berarti rancangan atau gagasan suatu karya yang memuat gagasan atau gagasan tentang masalah-masalah yang berkaitan dengan hak cipta berdasarkan aspek teknis, fungsi, dan kolaborasi bahan. Sedangkan prinsip desain adalah pencampuran beberapa elemen secara seimbang dan sesuai dengan kebutuhan pencipta karya. KIT adalah kotak yang berisi susunan karya. Pendapat ini sesuai dengan pernyataan Webster New Colligate Dictionary 1953 yang menjelaskan bahwa (*KIT is a box, bag / wich such a kit is carried*) KIT adalah sebuah kotak, tas I yang membawa kit tersebut. Jadi, desain KIT adalah desain dari sebuah alat yang saling berhubungan yang disatukan dalam sebuah *toolbox* atau kotak.

2.2 Perspektif Penelitian dalam Islam

Pada latar belakang telah dijelaskan bahwa besi merupakan kandungan alam yang diciptakan secara berkala untuk umat manusia sebagai pencukup kebutuhannya, keterangan tersebut telah dijelaskan dalam dalil Al Qur'an Surat Al Imran ayat 190-191 yang ter kutip di latar belakang. Dalil tersebut sesuai dengan dalil Allah Ta'ala pada Firman-Nya Al Qur'an Surat Al Qamar ayat 49:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ۝

Artinya: *Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.*

Apabila kerusakan alam maupun lingkungan sudah tidak dapat dihindarkan maka keseimbangan ekosistem dan alam dipastikan mengalami gangguan, ketidakseimbangan alam ini menyebabkan ketidak terpenuhinya kebutuhan manusia dan makhluk hidup sebagaimana mestinya, selain itu juga dapat merusak rantai makanan makhluk hidup. Maka sangat perlu bagi kita sebagai makhluk hidup yang mempunyai akal fikiran untuk menjaga keseimbangan alam dengan menjaga alam tetap seimbang, hal ini sesuai dengan dalil Allah Ta'ala dalam Firman-Nya dalam Al Qur'an Surat Ar-Rahman ayat 7-9.

وَالسَّمَاءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ الْمِيزَانَ ۗ أَلَّا تَطْغَوْا فِي الْمِيزَانِ ۚ ۸ وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا الْمِيزَانَ ۙ ۹

Artinya: "Dan langit telah ditinggikan-Nya dan Dia ciptakan keseimbangan. Agar kamu jangan merusak keseimbangan itu dan tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi keseimbangan itu."

Ilmu pengetahuan modern telah memberikan penegasan bahwa besi merupakan salah satu elemen bumi sebanyak sepertiga dari komposisi bumi (Nadiah, 2013), sehingga besi ini sangat mudah ditemui di bumi dalam keadaan lingkungan bebas dengan bentuk campuran dengan senyawa lain (Eaton, dkk, 2005). Pendapat ini sesuai dengan dalil Allah Ta'ala pada Firman-Nya Al Qur'an Surat Saba' ayat 10.

وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُدَ مِنَّا فَضْلًا ۖ يَجِبَالٌ أَوْبِي مَعَهُ وَالطَّيْرَ ۗ وَالنَّارُ لَهُ الْحَدِيدُ ۙ ١٠

Artinya: "Dan sesungguhnya telah Kami berikan kepada Daud kurnia dari Kami. (Kami berfirman): "Hai gunung-gunung dan burung-burung, bertasbihlah berulang-ulang bersama Daud", dan Kami telah melunakkan besi untuknya."

Ayat tersebut menjelaskan bahwa besi dapat dilunakkan untuk memperoleh kandungan besi murni (Nadiah, 2013). dari penjelasan yang diungkap oleh Eaton dalam penelitiannya, hal ini didukung oleh pendapat Nadiah dalam bukunya bahwa besi diturunkan ke bumi terutama dibawa oleh batu meteroid, yang mana mempunyai kandungan 95% material besi dan nikel (Nadiah, 2013) yang mana pendapat ini selaras dengan Firman Allah Ta'ala dalam Al- Qur'an Surat Al Hadid ayat 25:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنَافِعُ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ ۚ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Artinya: "Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti nyata, dan Kami turunkan kitab dan neraca (keadilan) bersama mereka agar manusia dapat berlaku adil. Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul Nya walaupun Dia tidak dilihatnya. Sungguh Allah Mahakuat, Maha Perkasa"

2.3 Besi (Fe)

Besi merupakan logam yang sangat melimpah di alam, sehingga kelimpahan besi digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pengolahan besi relatif mudah dan murah selain itu besi juga mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi. Maka dari itu besi banyak digunakan oleh manusia (Sugiarto dan Suyanti, 2010). Besi dibutuhkan dalam proses produksi besi baja, namun besi baja ini tersusun dalam bentuk *alloy* yaitu campuran beberapa logam dan bukan logam yang mana ini membuktikan pembuatan besi baja tidak hanya tersusun atas logam besi namun tercampur oleh non logam, senyawa non logam yang biasanya digunakan adalah karbon.

Besi memiliki simbol (Fe) merupakan salah satu logam transisi yang mempunyai fisik berwarna putih keperakan. Besi termasuk logam golongan VIII dalam

sistem periodik unsur (SPU), dengan berat atom 55,85 g.mol⁻¹, nomor atom 26, berat jenis 7.86 g.cm⁻³ dan umumnya mempunyai valensi 2 dan 3 (selain 1,4,6) dalam penelitian Ibrahim, 2016. Menurut Dr. Zaghul Al-Najjar dalambukunya bahwa logam Fe (besi) mempunyai isotop lebih dari satu, yaitu 54, 56, dan 57 (Zaghul). Namun apabila dilihat dari aspek biologi, logam dibagi menjadi 3 bagian, yaitu logam ringan, logam transisional, dan metalloid. Besi (Fe) termasuk dalam kelompok logam transisional, logam transisional adalah logam yang *esensial* pada konsentrasi rendah, namun dapat menjadi *toxic* pada konsentrasi tinggi, selain logam Fe logam yang termasuk logam transisional adalah Fe, Cu, Co, dan Mg (Kacaribu, 2008).

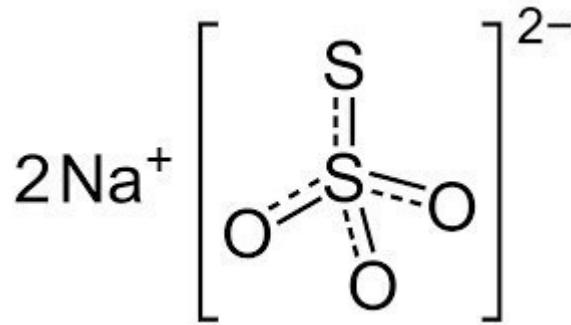
Logam besi adalah salah satu logam transisi yang dapat membentuk senyawa kompleks. Oksida besi dapat mempunyai bilangan koordinasi +2 sampai +6 (Cotton and Wilkinson, 1989). Sehingga besi mempunyai sifat kimia dari besi adalah sifat *redoks* saat dilarutkan hal ini karena terjadi pembentukan senyawa *kompleks* (Achmad, 2004). Untuk melakukan analisis besi maka diperlukan pengompleksan dengan beberapa reagen salah satunya adalah reagen 1,10- fenatrolin (Cotton and Wilkinson, 1989), reagen ini dipilih karena salah satu reagen yang stabil. Kadar besi yang terdapat di dalam suatu bahan dapat menyebabkan bahan tersebut menjadi berwarna coklat kemerahan, menimbulkan bau amis, mudah rapuh, dan dapat menjadi penyebab korosi. Besi merupakan logam yang paling konstan diantara logam lainnya, hal ini ditunjukkan belum adanya logam yang dapat menandingi logam besi dalam hal kekuatan, *fleksibilitas*, tekanannya, dan kepadatannya (Nadiah, 2013).

Penemuan modern menyebutkan bahwa unsur besi juga menjadi komponen utama dalam pembangunan protein darah (*hemoglobin*), klorofil pada tumbuhan, dan medan magnet yang besar (Nadiah, 2013). Besi merupakan logam yang dapat menjadi penghambat proses desinfeksi, namun besi juga dibutuhkan dalam tubuh sebagai pembentuk hemoglobin dengan dosis yang berkala dan cukup, apabila dalam dosis yang berlebih dapat merusak dinding usus karena besi mempunyai sifat *toxic* yang dapat menyebabkan keracunan dan kerusakan berupa korosi.

2.4 Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃)

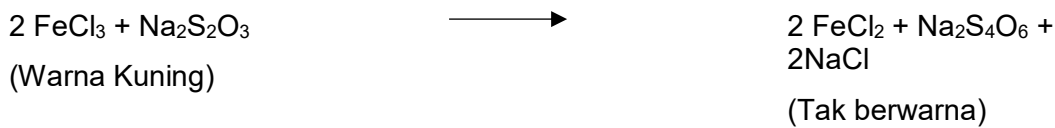
Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃) merupakan senyawa yang berwujud padatan kristal (solid) berwarna putih. Natrium Tiosulfat biasanya ditemui dipasaran dalam bentuk pentahidrat yang mempunyai titik lebur 48° C, dan termasuk senyawa yang dapat larut dalam air dan minyak. Natrium Tiosulfat merupakan pereduksi yang baik dan kuat, sehingga dapat mereduksi Fe³⁺ menjadi Fe²⁺.

Struktur Natrium Tiosulfat dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur Senyawa Tiosulfat

Sehingga reaksi reduksi yang menggunakan Natrium Tiosulfat akan menghasilkan besi (III) menjadi besi (II) adalah sebagai berikut:



2.5 Hukum Lambert Beer

Hukum Lambert Beer atau yang mempunyai nama lain hukum *Beer Bouger* yang mana mempunyai defenisi hukum yang mendasari metode absorbansi spektrofotometri. Hal ini dikarenakan adanya seberkas cahaya yang melewati suatu media (sampel) homogen, sebagian cahaya yang datang (masuk) P_0/I_0 akan diabsorpsi sebanyak (Pa), sehingga sebagian dapat diabaikan menjadi pantulan (Pr), sedangkan sisanya akan ditransmisikan (Pt) dengan efek intensitas murni sebesar

$$P_0 = P_a + P_t + P_r \quad 2.1$$

Dari rumus tersebut sehingga dapat diteruskan dengan Intensitas cahaya masuk (P_0), intensitas cahaya dipantulkan (Pr), intensitas ditransmisikan (Pt), sehingga dapat dirumuskan:

$$P_0 = P_a + P_t \quad 2.2$$

Sehingga dari kedua rumus tersebut Lambert (1760), Beer (1852) yang dapat dilihat pada gambar 2.2 serta keterangan Bouger menunjukkan hubungan keduanya melalui rumus berikut yang disebutkan pada buku karangan (Khopkar:1990:195):

$$T = \frac{P_t}{P_0} = 10^{-abc}$$

$$\text{Log}(T) = \text{Log} \frac{P_t}{P_0} = -abc$$

$$\text{Log} \frac{[1]}{[T]} = \text{Log} \frac{P_0}{P_t} = abc = A$$

$$-\log T = abc = A = Ebc$$

Keterangan:

T = Transmittansi (%)

$I_0 = P_0$ = Intensitas sinar awal

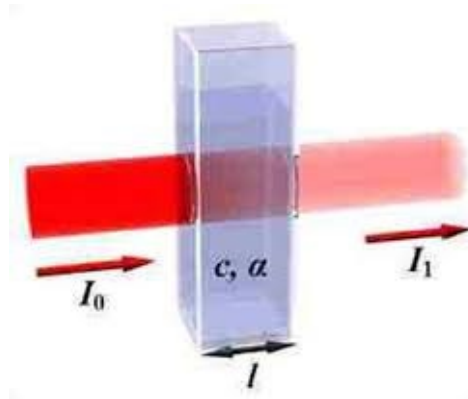
$I = P_t$ = Intensitas sinar yang diteruskan

A = Absorbansi

- A = Tetapan absorptansi
 B = Jarak tempuh optik (lebar lintasan)
 C = Konsentrasi

Sehingga nilai absorptansi (A) dirumuskan dengan:

$$A = -\log_{10} T = \log_{10} \frac{I_0}{I}$$



Gambar 2.2 Hukum Lambert Beer

2.6 Spektrofotometer Sinar Tampak (Visibel)

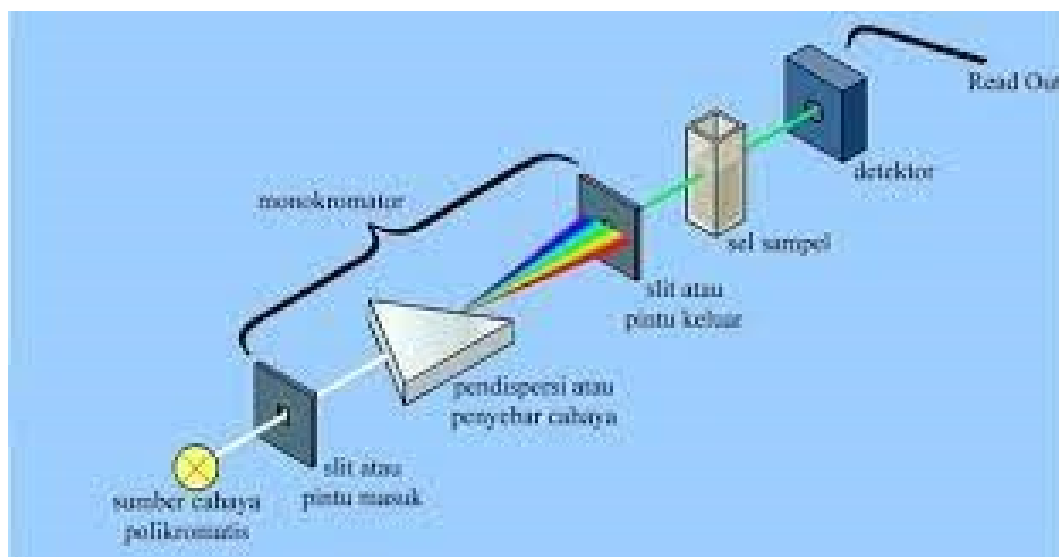
Spektrofotometer merupakan alat yang menghasilkan spektrum sinar dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer merupakan piranti yang digunakan untuk cahaya yang melewati suatu sampel, sedangkan sinar tampak (visibel) merupakan spektrum radiasi yang dihasilkan oleh alat spektrofotometer itu sendiri. Spektrofotometer sinar tampak (visibel) merupakan salah satu alat laboratorium yang digunakan untuk menentukan konsentrasi pada panjang gelombang serapan maksimum (Basset, 1994: 65).

Spektrofotometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur transmittan atau absorptansi suatu sampel yang tersedia sebagai fungsi panjang gelombang, setiap sampel yang tersedia dalam kuvet akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, hal ini ditentukan oleh senyawa atau warna yang tergantung pada sampel tersebut (Cairns, 2009), panjang gelombang ini biasa disebut dengan panjang gelombang maksimal (λ maksimal) yang diperoleh dengan cara melewatkan seberkas cahaya pada panjang gelombang tertentu pada kuvet yang terbentuk dari kaca atau kuarsa, dari proses tersebut sehingga didapatkan seberkas cahaya yang akan diserap sebagian, sedangkan sebagian lagi akan dilewatkan.

Nilai absorptansi dari cahaya yang di serap sebanding lurus dengan

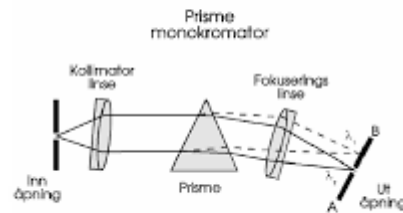
konsentrasi larutan di dalam kuvet, semakin tinggi nilai konsentrasi maka akan tinggi pula nilai absorbansi, hal ini dapat dilihat dari kepekatan warna larutan (Sastrohamidjojo, 2007), spektrofotometer UV merupakan alat yang digunakan untuk mengukur serapan cahaya di daerah ultraviolet (200-350 nm) dan sinar tampak (visibel) (350-800 nm) oleh suatu sampel senyawa. Serapan cahaya Ultraviolet (UV) atau visibel (cahaya tampak) mengakibatkan transisi elektronik dengan ditandai dengan perpindahan elektron-elektron dari orbital keadaan dasar (*ground state*) yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih rendah. Penyerapan sinar terjadi apabila elektron mendapatkan energi yang cukup untuk berpindah dari keadaan *ground state* menuju ke keadaan tereksitasi akibat adanya pancaran radiasi dari sumber sinar dengan panjang gelombang tertentu (Day dan Underwood diterjemahkan oleh lis Sopyan, 1999: 385). Pendapat ini dapat dilihat pada gambar 2.3

Spektrofotometer tersusun atas sumber cahaya polikromatis, celah/*slit*, pendispersi, tempat sampel, dan detektor. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang. Monokromator atau *slit* berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Sinar polikromatis adalah cahaya yang terdiri atas banyak warna dan panjang gelombang, sedangkan sinar monokromatis adalah cahaya yang mempunyai 1 panjang gelombang dan 1 frekuensi, sinar ini tidak dapat diuraikan lagi. Pengubah sinar polikromatis menjadi monokromatis adalah monokromator, monokromator mempunyai beberapa bagian yaitu bagian celah masuk, filter, prisma dan celah keluar. Monokromator ditunjukkan pada gambar 2.4



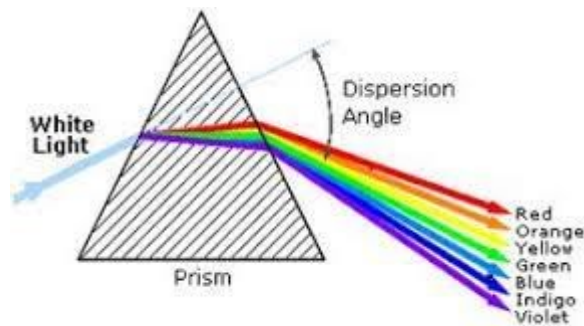
Gambar 2.3 Skema alat spektroskopi sinar ultraviolet-visible (Tony Owen, 1996:45)

Monokromator



Gambar 2.4 Monokromator

Proses perubahan sinar polikromatis menjadi monokromatis dengan masuknya cahaya polikromatis pada celah masuk, lalu cahaya komplementer diserap dengan bagian filter dengan tujuan cahaya sinar tampak yang di butuhkan dapat diteruskan. Proses ini dilakukan oleh prisma yang berfungsi sebagai pengarah sinar yang diinginkan dari penguraian saat di filter. Prisma ditunjukkan seperti gambar 2.5



Gambar 2.5 Prisma

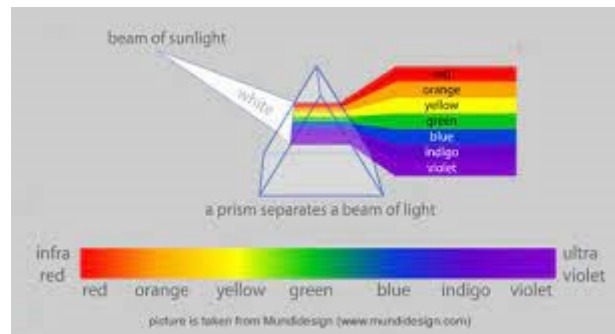
Setelah dari proses tersebut, maka cahaya keluar di celah keluar. Lalu proses selanjutnya dari monokromator adalah pendispersi atau penyebar cahaya dengan adanya pendispersi hanya satu jenis cahaya atau cahaya dengan panjang gelombang tunggal yang mengenai tempat sampel, lalu cahaya yang keluar akan menyerap sampel pada tempat sampel, tempat sampel digunakan untuk wadah sampel, dan pada akhir proses terdapat detektor, yang mana detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik.

Spektrofotometri *visible* disebut juga spektrofotometri sinar tampak, yang mana mempunyai arti sinar yang dapat dilihat oleh mata manusia. Cahaya yang dapat dilihat oleh mata manusia adalah cahaya dengan panjang gelombang 400-800 nm dan memiliki energi sebesar 299– 149 kJ/mol. Elektron pada keadaan normal atau berada pada kulit atom 4 dengan energi terendah disebut keadaan dasar (*ground-state*). Energi yang dimiliki sinar tampak mampu membuat elektron tereksitasi dari keadaan dasar menuju kulit atom yang memiliki energi lebih tinggi atau menuju keadaan

tereksitasi.

2.7 Spektrum Warna

Warna pertama kali ditemukan oleh Sir Isaac Newton pada tahun 1672 M, penemuan ini bermula saat Sir Isaac Newton melewatkan suatu cahaya pada sebuah prisma maka cahaya tersebut akan terbagi menjadi berbagai macam warna. Peristiwa itu dikenal sebagai dispersi cahaya, dari kejadian ini maka kita dapat menganalisis tentang sifat cahaya. Warna-warna yang dihasilkan ketika cahaya melalui sebuah prisma tersusun dari spektrum merah, jingga, kuning, hijau, biru, indigo dan ungu, hal ini sesuai dengan gambar pada 2.6.



Gambar 2.6 Spektrum warna

Nilai lamda akan menunjukkan warna yang dapat kita lihat, warna tersebut biasa kita sebut dengan warna komplementer. Namun jauh sebelum ditemukan oleh Sir Isaac Newton warna telah dijelaskan secara terperinci oleh Allah Ta'ala dalam Firman-Nya pada Al-Qur'an Surat Al Fathir Ayat 27:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَابِيٌّ سُودٌ

Artinya: *“Tidakkah kamu melihat bahwasanya Allah menurunkan hujan dari langit lalu Kami hasilkan dengan hujan itu buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.”*

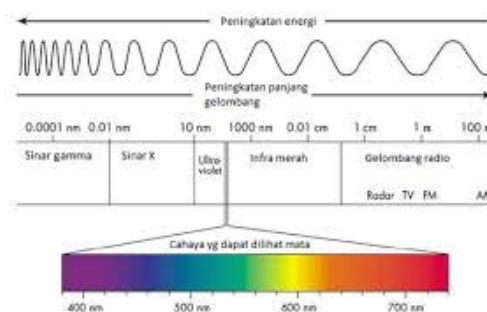
Dari ayat diatas bisa menjadi bukti kebesaran dan kekuasaan Allah Ta'ala terhadap alam semesta ditandai dengan diciptakan segala bentuk dalam keadaan berbeda bentuknya dari suatu unsur yaitu air (ma'an) yang diturunkan oleh Allah Ta'ala dari langit. Dari air tersebut maka Allah Ta'ala mengeluarkan pula buah-buahan dengan berbagai warna, begitu pula dengan keaneka ragaman rasa dan bau. Dari ayat diatas juga dapat disimpulkan bahwa warna gunung juga didominasi oleh material utama, seperti gunung akan berwarna merah jika materialnya batu bata, gunung berwarna putih apabila materialnya kapur, dan apabila gunung berwarna hitam maka material yang dominan adalah tanah, begitu pula seterusnya. Beragam buah-buahan dan pegunungan sebagai bukti kuasa Allah Ta'ala yang menciptakan segala sesuatu dengan keindahan, dan untuk kemudahan atas segala kemanfaatan umat manusia (Shihab, 2005:464).

Teori cahaya ini kemudian disempurnakan oleh Clerk Maxwell pada kurang dari 100 tahun penemuan Sir Isac Newton, yang mana teorinya menjelaskan bahwa cahaya yang terpancar menunjukkan bahwa cahaya dapat memancarkan radiasi gelombang elektromagnetik. Radiasi ini terdiri dari gelombang radio cahaya ini terdiri dari gelombang radio, cahaya tampak, dan XRay. Spektrum cahaya tampak elektromagnetik memiliki panjang gelombang dalam kisaran 400-700 nm sehingga cahaya tampak. Hal ini sesuai dengan pendapat (Harjono 1991) "Cahaya yang dapat dilihat oleh manusia disebut cahaya tampak. Biasanya cahaya terlihat merupakan campuran dari cahaya yang mempunyai berbagai panjang gelombang, dari 400 nm hingga 700 nm, sehingga biasa disebut dengan warna komplementer". Hubungan antara warna pada cahaya tampak dengan panjang gelombang dapat dilihat pada tabel berikut (Hardjono, 1991:7). Seperti pada uraian pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Hubungan antara warna pada cahaya tampak dengan panjang gelombang (Hardjono, 1991:7).

Jenis Sinar	Panjang Gelombang (nm)
Ultraviolet	<400
Violet	400-450
Biru	450-500
Hijau	500-570
Kuning	570-590
Jingga	590-620
Merah	620-760
Infra Merah	>760

Spektrofotometri yang digunakan analisis kualitatif maupun kuantitatif dapat dianalisis didaerah Vissible (sinar tampak), maupun di daerah Infrared dan pada daerah Ultraviolet, seperti gambar 2.7.



Gambar 2.7 Spektrum Gelombang Elektromagnetik Lengkap

Warna yang biasa kita lihat merupakan hasil selektivitas dari panjang

gelombang tertentu ketika proses penyinaran obyek tertentu, sehingga sisa panjang gelombang dapat diteruskan oleh obyek transparan maupun dipantulkan oleh obyek yang buram, sehingga dari proses ini kita dapat melihat hasil berupa pancaran atau pantulan cahaya. Sehingga dalam hal ini dapat kita bedakan mana warna asli (warna yang diserap oleh benda) ataupun warna transisi (warna komplementer yang bermakna warna yang dapat dilihat oleh mata manusia). Seperti pada tabel 2.2 Menjelaskan perbedaan antara warna asli dan warna komplementer.

Tabel 2.2 Perbedaan antara warna asli dan warna komplementer

Lamda maksimal (nm)	Warna Asli	Warna Transisi (Komplementer)
400-435	Violet	Hijau-Kuning
435-480	Biru	Kuning
480-490	Biru-Hijau	Jingga
490-500	Hijau-Biru	Merah
500-560	Hijau	Ungu
560-580	Hijau-Kuning	Violet
580-595	Kuning	Biru
595-650	Jingga	Biru-Hijau
650-760	Merah	Hijau-Biru

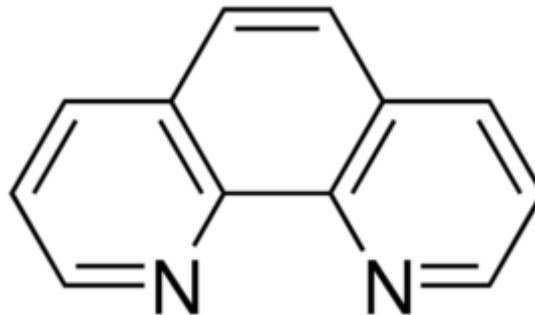
Analisis ini menggunakan warna asli hijau dengan panjang gelombang 501- 510 nm. Warna hijau dalam Islam memiliki makna lain sebagai energi penyembuhan, hal ini dikarenakan warna hijau berasal dari alam berupa daundaunan, pohon-pohonan yang mempunyai energi dari alam sehingga dengan tidak sadar energi alam masuk kedalam alam bawah sadar kita untuk melakukan penyembuhan dari psikologi. Dalam jurnal yang ditulis oleh (Ghozali, 2017) menjelaskan bahwa barang siapa siapa pada pagi hari suka memandang tumbuh- tumbuhan yang hijau, maka matanya akan bersinar dan sehat. Nabi Muhammad SAW sangat gemar akan warna hijau, hal ini dikutip dari Hadist yang diriwayatkan oleh Qatadah dalam kitab Darel Hikmah yang ditulis oleh Sunan Abu Dawud.

“Dari Qatadah berkata kepada Anas yakni Ibnu Malik manakah pakaian yang paling disukai Rasulullah SAW. Aku heran kepada Rasulullah memakai selimut dari Yaman berwarna hijau yang terbuat dari katun” (Sunan Abu Dawud).

2.8 Fenatroline

Ligan merupakan ion-ion atau molekul-molekul yang mendonorkan elektron-elektronnya pada atom pusat, biasanya ion atau molekul yang didonorkan merupakan pasangan elektron (*electron pair*) (Miessler, 1998), sedangkan menurut Effendy

dalam bukunya ligan membentuk ikatan kovalen dengan atom atau ion logam melalui satu atau lebih atom yang terdapat pada ligan (Effendy, 2007). Molekul 1,10-Phenantrolin merupakan salah satu ligan kuat. Ligan memiliki arti atom yang mempunyai pasangan elektron bebas dan dapat mendonorkannya pada atom pusat. Ligan yang memiliki hanya satu atom donor disebut dengan ligan monodentat, sedangkan ligan yang memiliki dua atom donor disebut dengan ligan bidentat. Ligan 1,10-Phenantrolin merupakan molekul fenantrene yang mempunyai dua kelompok CH yang tergantikan dengan dua atom Nitrogen sehingga memiliki rumus molekul $C_{12}H_8N_2$. Pasangan elektron bebas yang terdapat dalam atom Nitrogen dikombinasikan dengan kerapatan sklik dalam cincin aromatik sehingga 1,10-Fenatrolin (Basset, Jeffrey, dkk., 1991). Struktur molekul ligan 1, 10-fenatrolin ditunjukkan oleh gambar 2.8



Gambar 2.8 Ligan 1, 10-Fenatrolin

Senyawa 1,10-Phenanthroline termasuk senyawa yang sering digunakan sebagai ligan dalam kimia analitik dan kimia koordinasi (Chelucci, dkk, 2007), senyawa ini biasa digunakan sebagai reagen. Senyawa 1,10-Phenantrolin termasuk senyawa kompleks yang mempunyai nama lain orto-Phenantrolin, namun ligan 1,10-Phenanthroline yang bisa dikenal dengan nama 4,5-diazophenantren monohidrat dengan rumus $C_{12}H_8O_2$ mengandung gugus α -diimin (Hidayati, 2010), mempunyai titik leleh $93,5^\circ\text{C}$, titik didih 94°C , sangat larut di dalam air dingin (MSDS, 2013). Ligan 1,10-Phenanthroline memiliki sifat fisik berupa bubuk kristal berwarna putih yang memiliki titik leleh antara $98-100^\circ\text{C}$ dan memiliki berat molekul $198,23 \text{ g/mol}$, namun pada wujud molekul anhidrat ligan 1,10-Phenanthroline mempunyai titik leleh 117°C . 1,10-fenatrolin (*Phen*) dapat larut dalam pelarut organik seperti air, benzena, alkohol, aseton, dan kloroform (Ueno *et.al*, 1992).

Dalam aturan Woodward, ligan 1,10-Phenanthroline memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 418 nm yang dapat diuraikan sebagai berikut:

Diena	: 217 nm
Homoanular	: 36 nm
Konjugasi ($5 \times 30 \text{ nm}$)	: 150 nm

Perpanjangan Alkil (3x5)	: 15 nm
λ maks	: 418

Molekul 1,10-Phenantroline dapat membentuk kompleks yang berwarna dengan Fe^{3+} dan Fe^{2+} . Akan tetapi 1,10-fenantrolin lebih intensif ketika direaksikan dengan Fe^{2+} daripada dengan Fe^{3+} . Oleh karena itu, diperlukan senyawa pereduksi ke dalam senyawa Fe^{3+} (Rifki, 2013).

2.9 Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing* yang mempunyai sifat *open source*. Arduino merupakan alat yang tidak hanya sekedar yang digunakan sebagai alat pengembangan, namun Arduino merupakan gabungan dari beberapa *hardware*, bahasa pemrograman dan IDE (*Integrated Development Environment*) yang modern dan canggih. IDE merupakan sebuah *software* yang sangat berperan dalam menulis program, meng-*compile* menjadi kode *biner* dan mengunggah ke dalam *memory microcontroller*. Terdapat banyak proyek alat-alat yang dikembangkan oleh tenaga ahli profesional maupun oleh pelajar dengan menggunakan Arduino, selain itu juga terdapat banyak modulmodul yang digunakan sebagai pendukung seperti sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya yang sengaja dibuat oleh programmer untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berubah menjadi sebuah *platform* karena alat tersebut menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi (Djuandi, 2011: 2). Arduino UNO memiliki tampilan seperti pada gambar 2.9

Dari gambar 2.9 mempunyai kejelasan bahwa Arduino UNO memiliki 6 input analog, berlabel A0 sampai A5, yang masing-masing menyediakan resolusi 10-bit yaitu 1024 nilai yang berbeda. Secara *default* pemrogram mengukur dari dasar sampai 5 volt, perubahan tegangan maksimal menggunakan pin AREF dan fungsi analog *Reference*. Selain itu, beberapa pin tersebut memiliki spesialisasi fungsi, yaitu 1. TWI: pin A4 atau SDA dan A5 atau SCL mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan *Wire*. 2. AREF: Tegangan referensi untuk input analog. Dapat digunakan dengan fungsi analog *Reference*.



Gambar 2.9 Perangkat Arduino UNO

Perbedaan mikrontroller Arduino UNO dengan yang lain adalah Arduino UNO memiliki *minimum board mikrokontroller*, sedangkan pada kebanyakan *board mikrokontroler* yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port USB* tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. (Djuandi, 2011: 11).

Sehingga dari penjelasan diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Digital I/O

Arduino Uno memiliki 14 pin yang dapat digunakan untuk *input* dan *output* (masukannya berupa sensor, dan keluarannya berupa LED, *Speaker*, Servo, dan lain sebagainya). Pin berkisar dari 0 hingga 13, tetapi khusus untuk pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11 dapat digunakan sebagai pin output analog.

2. Analog Input

Arduino Uno memiliki 6 pin yang dapat digunakan untuk input sensor analog, seperti sensor objek, sensor cahaya, sensor suhu dan lain sebagainya.

Pin dari 0 sampai 5. Nilai sensor dapat dibaca oleh program dengan nilai antara 0-1023, itu mewakili tegangan 0-5V.

3. USB

Arduino UNO adalah jenis Arduino yang dapat diprogram menggunakan USB tipe A ke tipe B. Untuk socket tipe A, sambungkan ke komputer, tipe B dicolokkan ke Arduino Uno.

4. Power

Arduino Uno memiliki daya 5V yang dapat digunakan untuk rangkaian, serta 3.3V, dan terdapat ground

5. ICSP

ICSP adalah singkatan dari In-Circuit Serial Programming, fungsinya adalah ketika ingin memprogram Arduino secara langsung, tanpa menggunakan Bootloader.

6. Kristal

Kristal adalah jantung Arduino. Jantung arduino dapat berdenyut sebanyak 16

juta kali per detik atau bisa disebut 16MHz. Mikrokontroler melakukan operasi untuk setiap ketukan Crystal.

7. Soket DC

Socket DC adalah tombol khusus pada Arduino, berfungsi saat mengulang posisi awal program yang digunakan (Riana, 2019).

8. Reset

Reset adalah tombol khusus pada Arduino yang berfungsi untuk mengulang ke posisi awal program yang digunakan. Jika terjadi kesalahan gunakan tombol reset ini (Fandi, 2018).

Keunggulan Arduino adalah sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*nya dan memiliki bahasa pemrograman sendiri. Komponen utama yang digunakan sebagai mesin utama dalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dan terdapat 15 mikrokontroler AVR dengan seri ATmega yang dibuat oleh perusahaan *Atmel Corporation*, namun terdapat banyak papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya. Selain itu dalam board Arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan ketika memprogram mikrokontroler didalam Arduino dengan bahasa pemrograman C. Bahasa pemrograman Arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

2.10 Bahasa Pemrograman Delphi

Delphi adalah bahasa pemrograman (*development language*) yang digunakan sebagai perancang aplikasi untuk program tersebut. Delphi merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang memiliki ciri-ciri perintah yang mudah dipahami oleh manusia, selain itu Delphi juga termasuk bahasa prosedural yang artinya mengikuti suatu perintah tertentu dalam menjalankan suatu program. Bahasa pemrograman Delphi merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek yang merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman Pascal (generasi berikutnya dari Turbo Pascal) yang menggunakan pemrograman visual basic. Pascal adalah bahasa pemrograman berbasis DOS yang dibuat pada tahun 1971 oleh Niklaus Wirth dari Swiss. Nama Pascal diambil dari nama seorang ahli matematika dan filsafat dari Perancis, yaitu Blaise Pascal yang lahir pada tahun 1623 dan meninggal pada tahun 1662. Pascal dirilis pada tahun 1983 oleh Borland International, salah satu perusahaan *software* terkemuka di California. Pada tahun 1993, Borland International mengembangkan bahasa pemrograman *visual Pascal* yang disebut Delphi dan resmi dipasarkan pada tahun 1995. Pemrograman ini dibuat dengan cara yang praktis dan modern yang berjalan di sistem operasi Windows mulai dari versi pertama yaitu Delphi 1.0 dan pada tahun-tahun berikutnya, sehingga Delphi terus dikembangkan mengikuti

kebutuhan zaman (Kani, , *dkkl*, 2010).

Pemrograman Delphi dirancang untuk beroperasi di bawah sistem operasi Windows. Program ini memiliki beberapa keunggulan yaitu produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan compiler, pola desain yang menarik dan diperkuat dengan bahasa pemrograman yang terstruktur dalam struktur bahasa pemrograman *Object Pascal*. Sebagian besar pengembang Delphi menulis dan mengkompilasi kode program dalam lingkungan pengembang aplikasi atau *Integrated Development Environment (IDE)*. Lingkungan kerja IDE ini menyediakan alat yang diperlukan untuk merancang, membangun, menguji, menemukan atau melacak kesalahan, dan mendistribusikan aplikasi. Alat-alat tersebut memungkinkan pembuatan prototipe aplikasi menjadi lebih mudah dan waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan aplikasi menjadi lebih singkat.

Bahasa pemrograman Delphi yang sering digunakan adalah Delphi 7, pada Delphi 7 tidak memiliki serial package untuk melakukan komunikasi dengan serial, maka perlu untuk menginstal serial penghubung. Salah satu komponen package serial penghubung yang sering digunakan adalah Comport (Cport) (Ari, 2016). ComPort yang dapat difungsikan sebagai komponen penyambung antara serial pada PC dengan serial External, sehingga data yang diolah akan maksimal.

2.11 Metode Validasi

Metode validasi merupakan suatu bentuk pembuktian untuk menentukan keabsahan, kualitas dan kesesuaian data yang diperoleh dari proses analisis (Behera, *dkk*, 2012). Validasi metode untuk spektrofotometer Vis menggunakan beberapa parameter seperti: linearitas, akurasi, presisi (Dey , *dkk*, 2010).

1. Akurasi

Akurasi adalah suatu metode untuk menganalisis kedekatan antara hasil pengukuran dengan nilai kebenaran dari besaran yang diukur (Arifin , *dkk*, 2006). Akurasi dilakukan melalui retrieval test. Pengujian dilakukan dengan cara spiking yaitu dengan menambahkan larutan standar pada sampel yang telah diketahui kadarnya dan dianalisis dengan hasil pengukuran yang hampir sama dengan nilai sebenarnya (Wardani, 2012). Nilai akurasi biasanya dinyatakan sebagai nilai % Recovery. Kisaran %recovery untuk bahan non-makanan adalah antara 80-120%. Selain itu, ada faktor lain yang mempengaruhi akurasi yaitu kalibrasi instrumen, pelarut, suhu, dan akurasi (Burgess, 2000).

2. Linearitas

Uji linieritas umumnya digunakan sebagai syarat analisis apabila data penelitian akan dianalisis dengan menggunakan regresi linier sederhana atau regresi linier berganda. Uji ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah hubungan antara

variabel bebas dan variabel terikat penelitian terletak pada garis lurus atau tidak. Konsep linearitas mengacu pada gagasan apakah variabel independen dapat digunakan untuk memprediksi variabel dependen dalam suatu hubungan tertentu. Verifikasi hubungan linier dapat dilakukan dengan menggunakan metode plot bivariat, uji linieritas dan estimasi kurva atau analisis residual. Linearitas data biasanya akan membangun korelasi atau regresi linier dengan asumsi bahwa variabel penelitian yang akan dianalisis terbukti linier (Wayan, 2020). Linearitas biasanya digunakan dalam penelitian yang menghubungkan konsentrasi larutan standar dengan absorbansi yang dihasilkan dari suatu penelitian. Suatu metode analisis yang menunjukkan kemampuan instrumen untuk memperoleh hasil yang sebanding dengan kadar instrumen dalam sampel uji dengan rentang tertentu, yang mana sebagai penentu kemampuan standar untuk membuktikan hubungan linier antara konsentrasi sampel dan detektor (Arifin, dkk, 2006). Penentuan linearitas, harus dilakukan dengan sampel minimal 5 konsentrasi dengan kisaran 50-100%. Data diolah dengan regresi linier, sehingga diperoleh respon linier terhadap konsentrasi sampel dengan nilai koefisien korelasi mendekati 0,995 sampai 1. Parameter untuk menentukan linieritas digunakan koefisien korelasi (r) pada regresi linier $y=ax+B$. Hubungan linier yang ideal dapat dikatakan tercapai jika nilai $a=0$ dan $r=+1$ atau $r=-1$. Nilai a menunjukkan sensitivitas (Harmita, 2004). Uji Linearitas menggunakan SPSS yang menghubungkan acuan probabilitas atau taraf signifikansi tertentu, sehingga didapat penjabaran dengan penyajian data tabel ANOVA (Wayan, 2020).

Linieritas dapat dilihat melalui kurva kalibrasi yang menunjukkan hubungan antara respon dengan konsentrasi analit pada beberapa seri larutan baku. Dari kurva kalibrasi ini kemudian akan ditemukan regresi linearnya yang berupa persamaan $y=bx+a$, dimana x adalah konsentrasi, y adalah respon, a adalah intersep y yang sebenarnya dan b adalah slope yang sebenarnya. Tujuan dari dibuatnya regresi ini adalah untuk menentukan estimasi terbaik untuk slope dan intersep y sehingga akan mengurangi residual error, yaitu perbedaan nilai hasil percobaan dengan nilai yang diprediksi melalui persamaan regresi linear (Harvey, 2000)

3. Batas deteksi (LOD) dan Batas Kuantitas (LOQ)

Limit deteksi (LOD) adalah parameter uji batas terkecil yang dimiliki oleh suatu alat/instrument untuk mengukur sejumlah analit tertentu. Menurut Torowati & Galuh (2014), limit deteksi adalah konsentrasi atau jumlah terkecil/terendah dari analit dalam sampel yang masih menunjukkan nilai serapan atau absorbansi pada alat tanpa harus memenuhi kriteria akurasi dan presisi. Limit kuantitasi (LOQ) merupakan jumlah analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur dengan akurat dan presisi oleh alat/instrument. Penentuan limit deteksi dan limit kuantitasi dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu: *signal to noise*, penentuanblanko dan kurva kalibrasi (Riyanto, 2002).

2.12 Perangkat Pendukung

1. Sistem

Sistem merupakan sesuatu susunan yang terdiri dari objek-objek tertentu, atau suatu komponen-komponen tertentu yang saling berkaitan, tertata secara rapi dan saling berhubungan satu sama lain sedemikian rupa sehingga unsur-unsur tersebut menjadi satu kesatuan dari suatu proses atau pengolahan data tertentu. Menurut Lukas dalam bukunya yang berjudul sistem informasi manajemen menuturkan bahwa suatu sistem merupakan kumpulan atau himpunan dari berbagai unsur, komponen, maupun variabel-variabel yang tertata, saling berhubungan, saling tergantung satu sama lain dan terpadu (Wahyudi dan Subandu, 2001), paparan pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa suatu sistem yaitu sekelompok dari beberapa bagian seperti susunan alat dan sebagainya, yang saling bekerja sama untuk melakukan sesuatu tujuan. Namun, apabila salah satu komponen tersebut rusak atau tidak dapat bekerja sesuai tugasnya maka tujuan dari analisis atau yang diharapkan tercapai maka tidak akan terpenuhi dengan sempurna ataupun akan terjadi kesalahan dan kegagalan karena terdapatnya gangguan hal ini biasa disebut dengan *trouble eror*.

2. Prototype

Prototype merupakan pengembangan dari sistem pembuatan model sederhana dengan basis pengembangan perangkat lunak (*software*) yang berupa model fisik kerja sistem dan berfungsi sebagai awal pengembang suatu sistem, dengan mengijinkan pengguna memiliki gambaran dasar tentang program serta melakukan pengujian awal. *Prototype system* sebagai perantara pemrogram dengan konsumen agar dapat berinteraksi dalam proses kegiatan pengembangan sistem informasi. Agar proses pembuatan *prototype* ini berhasil dengan baik adalah dengan mendefinisikan aturan-aturan pada tahap awal, yaitupengembang dan pengguna harus satu pemahaman bahwa *prototype* dibangun untuk mendefinisikan kebutuhan awal. *Prototype* akan dihilangkan atau ditambahkan pada bagiannya sehingga sesuai dengan perencanaan dan analisis yang dilakukan oleh pengembang sampai dengan uji coba dilakukan secara simultan seiring dengan proses pengembangan (Purnomo, 2017). *Prototype* memberikan fasilitas bagi pengembang dan pemakai untuk saling berinteraksi selama proses pembuatan, sehingga pengembang dapat dengan mudah memodelkan perangkat lunak yang akan dibuat.

Model-model *prototype*:

1. *Prototype* kertas atau model berbasis komputer yang menjelaskan proses interaksi antara operator komputer dan komputer, model ini disebut dengan *Illustrative*.
2. *Simulated* merupakan model *prototype* yang menerapkan bagian-bagian fungsi dari perangkat lunak yang sebenarnya, sehingga dengan cara ini operator yang

bertindak sebagai konsumen akan mendapatkan gambaran mengenai program yang akan dihasilkan, sehingga dapat menjelaskan secara lebih rinci mengenai kebutuhannya.

3. *Functional* merupakan model yang memakai perangkat lunak yang telah tersedia. Namun, seringkali pembuat *software* mempunyai *template* program yang akan di buat, sehingga program yang dihasilkan mirip dengan program yang akan dibuat.
4. *Evolutionary* merupakan model *prototype* yang menjadikan bagian dari operasional sistem.

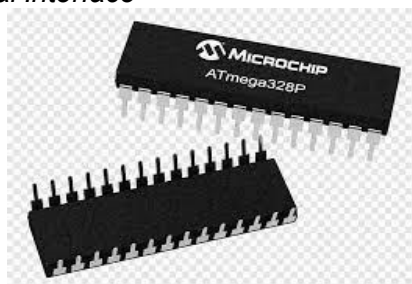
3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah perangkat mikrokomputer dalam satu chip. Mikrokontroler tersusun atas kombinasi CPU, ROM, RWM, I/O paralel, I/O serial, counter-timer, dan rangkaian clock dalam satu chip, sehingga mikrokontroler dapat diartikan sebagai perangkat elektronik dalam bentuk digital yang dilengkapi dengan program input dan output yang bertindak sebagai kontrol terkait program yang dapat ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Menurut Immerse, mikrokontroler bekerja dengan membaca dan menulis data yang terdeteksi (Immerse, 2014). Salah satu mikrokontroler yang sering digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi adalah mikrokontroler tipe AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*), hal ini dikarenakan AVR berasal dari 1 *situs clock* dan AVR memiliki keunggulan lain yaitu memiliki POS (*Power On Reset*) yang tidak memerlukan tombol reset dari luar karena cukup dengan mematikan *supply* saja, maka AVR akan otomatis *reset*. AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 seri, dengan keunggulannya masing-masing tetapi semuanya memiliki arsitektur dan rangkaian instruksi yang sama, pada dasarnya yang membedakan setiap kelas adalah memori, *periferal* dan fungsi. Keempat seri tersebut adalah seri ATTiny, seri AT90Sxx, seri ATMega dan AT86RFxx.

Seri yang sangat sering digunakan adalah seri ATMega yang dikeluarkan oleh ATMEL. ATMega ini merupakan seri ATmega328 dengan tipe Arduino UNO. Arduino UNO dipilih sebagai pengontrol elektronik untuk membaca dan menulis data untuk terhubung ke komputer dengan arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*), alat ini dapat terlihat pada Gambar 2.10. Mikrokontroler prosesor Risc Vegard atau sering disingkat AVR adalah mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*. Mikrokontroler ATMega 328 memiliki arsitektur Harvard, yang memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan paralelisme. Instruksi untuk dalam memori program dieksekusi dalam satu jalur di mana pada saat satu instruksi dieksekusi, instruksi berikutnya telah diambil dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi untuk dieksekusi dalam

setiap satu siklus *clock*. Register tujuan umum 32x8-bit digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Enam dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 4 register penunjuk 16-bit dalam mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data dalam ruang memori data. Tiga register pointer 16-bit disebut register X (kombinasi R26 dan R27), register Y (kombinasi R28 dan R29), dan register Z (kombinasi R30 dan R31). Adapun fitur-fitur AVR pada ATmega 328 adalah sebagai berikut:

1. 130-macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
2. 32x8-bit *register* serba guna.
3. Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16MHz.
4. 32KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2KB dari *flash memori* sebagai *bootloader*.
5. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi *permanent* karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
6. Memiliki SRAM (*Stortic Access Memory*) sebesar 2KB.
7. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) *output*.
8. *Master/Slave SPI Serial Interface*



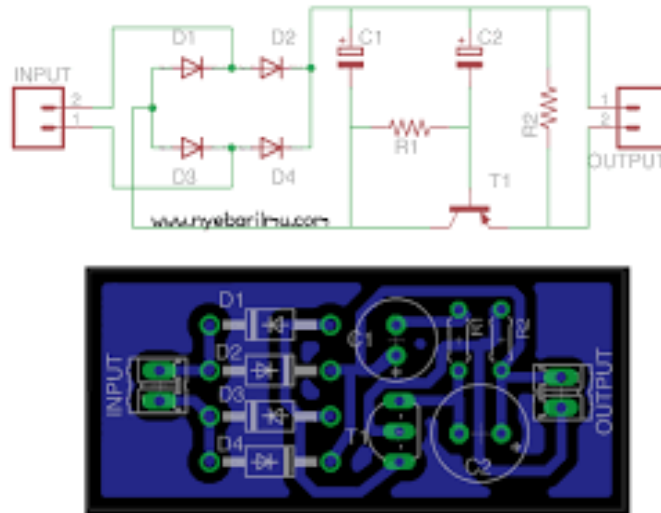
Gambar 2.10 AVR ATmega328

4 Power supply

Power supply (catu daya) adalah suatu alat yang digunakan sebagai perangkat atau perangkat keras yang mampu menyuplai dan menjalankan daya atau tegangan listrik secara langsung dari suatu sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lain (Nurlaela, 2016). Pada Gambar 2.11 terdapat gambar yang menggambarkan rangkaian *Power supply* elektronika.

Power supply memiliki input dari tegangan yang membawa arus bolak-balik (*alternating current (AC)*) dan mengubahnya menjadi arus searah (*direct current (DC)*) kemudian mendistribusikan ke berbagai perangkat keras yang ada di komputer. Karena arus searah (DC) sangat berpengaruh sehingga diperlukan perangkat keras agar dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, arus searah disebut juga arus

searah sedangkan arus bolak-balik adalah arus yang berlawanan (Rifa'i dan Suryoatmojo, 2019).



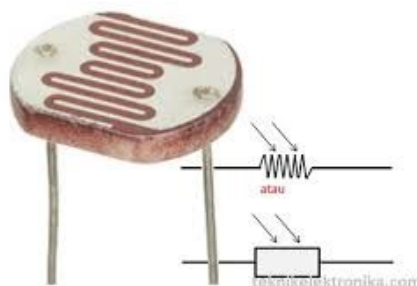
Gambar. 2.11 Rangkaian Elektronik *Power Supply* (Gambar nyebarilmu.com)

5 Sensor LDR

Light Dependent Resistor (LDR) adalah suatu elemen elektronik yang termasuk dalam jenis resistor tegangan (*resistor*) yang nilai hambatannya (*resistance value*) akan berubah jika intensitas cahaya yang diserap juga berubah, hal ini dikarenakan sensor LDR mempengaruhi keberadaan cahaya, sehingga LDR merupakan *resistor* yang memiliki *koefisien temperatur* negatif yang hambatannya dipengaruhi oleh intensitas cahaya. LDR terbuat dari *Cadium Sulfide*, bahan yang dihasilkan dari serbuk keramik. Biasanya *Cadium Sulfida* disebut juga sebagai bahan fotokonduktif, jika daya hantar atau *resistansi Cadium Sulfida* bervariasi dengan intensitas (Andriani, SY, 2021), dan berbanding terbalik dengan *resistansi*, hal ini dibuktikan dengan jika intensitas cahaya yang diterima rendah maka resistansinya juga akan tinggi yang hasilnya dalam keluaran tegangan tinggi. akan tinggi dan sebaliknya, disinilah mekanisme perubahan cahaya menjadi listrik terjadi (Afdillah, 2008).

Prinsip kerja LDR adalah pada saat gelap atau intensitas cahaya rendah, bahan menghasilkan elektron bebas dalam jumlah yang relatif sedikit, hal ini dikarenakan LDR terbuat dari piringan semikonduktor yang permukaannya memiliki dua elektroda, sehingga bahwa hanya beberapa elektron yang dihasilkan untuk membawa muatan listrik. Artinya, saat gelap atau intensitas cahaya rendah, LDR akan menjadi penghantar yang buruk, sehingga LDR memiliki hambatan yang besar saat gelap atau intensitas cahaya rendah. Namun, ketika cahayanya terang atau intensitas cahayanya tinggi, bahan tersebut menghasilkan lebih banyak elektron yang dilepaskan dari atom, sehingga lebih banyak elektron yang dihasilkan untuk

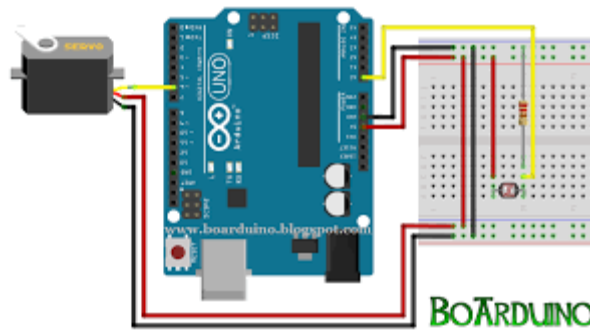
membawa muatan listrik. Artinya, saat terang atau intensitas cahaya tinggi, LDR menjadi konduktor yang baik, sehingga LDR memiliki hambatan kecil saat terang atau intensitas cahaya tinggi (Owen Bishop, 2004).



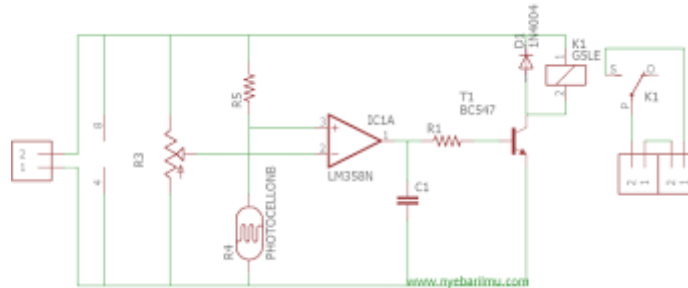
Gambar 2.12 Sensor LDR (teknikelektronika.com)

Modul Sensor Cahaya (*Light Sensor Module*) adalah modul dengan sensor cahaya (LDR) yang digunakan dengan menghubungkannya ke modul mikrokontroler Arduino untuk keperluan sensor / *auto switch* / robotika dan proyek lainnya (Novianty, Lubis, dan Tony, 2012). Rangkaian modul sensor LDR dapat dilihat pada Gambar 2.14. Modul ini memungkinkan pendeteksian kecerahan dan intensitas cahaya sekitar menggunakan chip komparator LM393. Tegangan operasi modul LDR ini adalah 3.3V-5V (Pandua, Perkasa Yudha, 2021). Modul ini menghasilkan sinyal analog dan digital, yang dapat digunakan untuk memicu modul lain dengan tipe keluaran tegangan analog - A0, keluaran switching digital (0 dan 1) - D0 . Berikut adalah cara menggunakan Modul LDR ini:

1. *Modul resistor fotosensitif* yang paling peka terhadap intensitas cahaya lingkungan umumnya digunakan untuk mendeteksi kecerahan dan intensitas cahaya di sekitar.
2. Ketika kondisi lampu modul atau intensitas cahaya mencapai ambang batas yang ditetapkan, output saluran DO tinggi, bila intensitas cahaya luar melebihi ambang batas yang ditetapkan, maka output modul D0 rendah.
3. Modul keluaran digital DO dapat langsung mengarahkan modul *relay*, yang dapat terdiri dari saklar fotolistrik
4. *Modul output analog* AO dan modul AD dapat dihubungkan melalui *konverter AD*, sehingga bisa mendapatkan nilai intensitas cahaya yang lebih akurat.



Gambar 2.13 Modul sensor LDR (boardarduino.web.id)

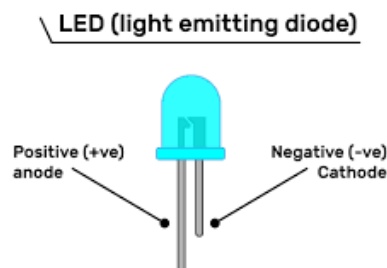


Gambar 2.14 Rangkaian modul sensor LDR (nyebarilmu.com)

6 Light Emitting Diode (LED)

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen elektronika yang dapat menghasilkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. Struktur LED sama dengan dioda LED, termasuk keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor, doping yang digunakan terdiri dari Gallium, Alluminium, Arsenik, dan Fosfor, sedangkan masing-masing bahan tersebut bila digunakan akan menghasilkan warna cahaya yang berbeda (Andriani, SY, 2021). Bentuk LED juga berbeda, salah satunya bulat, oval dan persegi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.15.

Proses doping pada semikonduktor adalah proses penambahan pengotor pada semikonduktor murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika LED dialiri tegangan maju atau bias maju, yaitu dari anoda (P) ke katoda (K), kelebihan elektron pada material Tipe-N akan berpindah ke daerah dengan kelebihan lubang, yaitu kutub positif. wilayah bermuatan (bahan Tipe-P).



Gambar 2.15 LED (project.raspberrypi.org)

Saat elektron berjumpa dengan *hole* akan melepaskan *photon* dan

memancarkan cahaya *monokromatik* (satu warna). Hal ini sesuai dengan tabel 2.3

Tabel 2.3 Bahan Semikonduktor LED

Bahan Semikonduktor	Wavelength (nm)	Warna
<i>Gallium Arsenide (GaAs)</i>	850-940	Infra Merah
<i>Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)</i>	630-660	Merah
<i>Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)</i>	605-620	Jingga
<i>Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsPN)</i>	585-595	Kuning
<i>Alluminium Gallium Phosphide (AlGaP)</i>	550-570	Hijau
<i>Silicon Carbide (SiC)</i>	430-505	Biru
<i>Gallium Indium Nitride (GaN)</i>	450	Putih

7 Analog to Digital Converter (ADC)

Analog to Digital Converter (ADC) adalah alat yang digunakan untuk mengubah input analog menjadi kode-kode digital, dengan prinsip kerja mengubah sinyal analog menjadi besaran yang merupakan perbandingan antara sinyal input dengan tegangan referensi. ADC memiliki 2 karakter prinsip, yaitu sampling rate dan resolusi. Sampling rate dari ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog diubah menjadi sinyal digital pada interval waktu tertentu. Samplingrate biasanya dinyatakan dalam sampel per detik (SPS). ADC banyak digunakan sebagai pengontrol proses industri, komunikasi digital, dan sirkuit pengukuran/pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/berat, aliran dan lain sebagainya yang kemudian diukur menggunakan sistem digital (komputer) (Hariyanto, 2013).

8 Realtime system

Realtime system (sistem waktu nyata) atau dalam terjemahan bebasnya "Sistem waktu nyata" berkembang pesat dan penerapannya telah berkembang di berbagai bidang. Sistem waktu nyata dapat diartikan sebagai suatu sistem yang tidak hanya berorientasi pada hasil (output) yang dikeluarkan tetapi ada juga sistem yang dituntut untuk dapat bekerja dengan baik dalam kebutuhan waktu tertentu. Dalam sistem waktu nyata, waktu adalah faktor yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Faktor waktu menjadi sesuatu yang sangat kritis dan sebagai ukuran baik tidaknya kinerja sistem secara keseluruhan. Namun, ada satu hal yang perlu diingat, sistem real-time tidak sama dengan sistem cepat. Sistem cepat adalah sistem yang bekerja dalam waktu sesingkat-singkatnya, artinya semakin cepat output yang dihasilkan sistem

maka kinerjanya akan semakin baik. Berbeda dengan sistem cepat, real-time system bekerja dalam tenggat waktu dan periode tertentu, sehingga belum tentu semakin cepat output yang dihasilkan berarti sistem tersebut bekerja dengan baik.

Real-time system harus menghasilkan respon yang sesuai dalam batas waktu yang telah ditentukan. Jika respons komputer melebihi batas waktu ini, penurunan kinerja atau kegagalan sistem akan terjadi. Sistem waktu nyata adalah sistem yang kebenarannya secara logika didasarkan pada kebenaran keluaran sistem dan ketepatan waktu hasil tersebut. Penerapan penggunaan sistem tersebut adalah untuk memantau dan mengontrol peralatan seperti motor, jalur perakitan, teleskop, atau instrumen lainnya. Perangkat telekomunikasi dan jaringan komputer biasanya juga memerlukan kontrol waktu nyata. Berdasarkan batasan waktu yang dimilikinya, *realtime system* ini dibagi menjadi beberapa bagian: *Hard Real time*, *Soft Real time*, dan *Firm Real time*. Sedangkan komponen dari sistem waktu nyata ini adalah: perangkat keras, sistem operasi waktu nyata, bahasa pemrograman waktu nyata, sistem komunikasi (Sugeng, 2010).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 di Laboratorium Pertanian Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Kadiri.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Adapun alat penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan menguji coba terbagi menjadi beberapa bagian antara lain laptop Asus dengan *spesifikasi Prosesor Intel Core i3 Nvidia Geforce 930M, Harddisk 500 GB, Memory 6 GB, Arduino Uno, Power supply 12 Volt, ADC, LDR (Light Dependent Resistor) photoconductive, Sensor LDR (Light Dependent Resistor), Modul Sensor LDR, Lampu LED Hijau, Kuvet Kuarsa, segulung kabel jumper, saklar, stop kontak, Papan PCB (Printed Circuit Board).*

2. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam aplikasi ini adalah sebagai berikut Sistem operasi windows 10.1 64 bit, *Software* arduino IDE, *DriverArduino*, Bahasa pemrograman Delphi, *Comport* seri 7.0

3. Alat Kimia

Adapun alat gelas yang digunakan dalam penelitian ini gelas beker, botol semprot, kaca arloji, pipet volume, pipet tetes, labu ukur, kuvet, neraca analitik, dan spektrofotometer UV-Vis.

3.2.2 Bahan Kimia

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.0483 gram merk 103943 sebagai bahan utama larutan untuk validasi, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.0157 gram dengan merk 1.06512.2500 sebagai bahan pereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} , *Aqua Demineralisasi (Aquademin)* sebagai pengencer, Reagen 1,10-fenatroline sebagai reagen pemberi warna untuk sampel dengan Merck 1.07225.0010, CH_3COOH dengan Merck 1.00063.2500, CH_3COONa dengan Merck 1.06268.0250, Aseton, dan *Aquadest*.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis merupakan jenis penelitian kuantitatif yang mana penulis menganalisis hasil data berupa nilai (angka). Proses analisis dilakukan dengan melakukan perancangan terlebih dahulu, proses rancangan dibagi menjadi

2 proses besar, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras menggunakan prototype Mikrokontroler Arduino dengan sensor LED sebagai pemancar cahaya dan sensor LDR sebagai penangkap hasil gelombang yang dihasilkan. Sedangkan perancangan perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE dan bahasa pemrograman Delphi, yang mana bahasa pemrograman Arduino IDE dan Delphi dihubungkan dengan ComPort. Proses analisis ini akan melibatkan sampel sebagai obyek analisis, adapun sampel nya adalah dari larutan FeCl_3 dan Fenantrolin. Larutan yang telah dibuat lalu dianalisis dengan alat tersebut dengan prinsip spektrofotometer *vis* (sinar tampak) dengan panjang gelombang 501 nm-510 nm. Proses analisis dilakukan dengan spektrofotometer dengan penyerapan sumber cahaya dari sensor LED yang sudah terarah nilai lamdanya. Rancang bangun (KIT) yang sudah terprogram selanjutnya akan dikalibrasi dengan larutan FeCl_3 yang telah diuji pada alat validasi Spektrofotometer *Vis*, maka akan diketahui hasil data yang tertampil pada layar monitor PC.

Tahap selanjutnya adalah uji linieritas alat dengan mengencerkan 100 ppm larutan induk FeCl_3 menjadi larutan standart dengan konsentrasi yang bervariasi. Dari data yang dihasilkan maka dicari hubungan antara konsentrasi dengan hasil absorbansi yang didapat, jika sudah selesai maka tahap selanjutnya adalah perhitungan nilai LoD & LoQ dengan mencari hubungan antara konsentrasi dengan hasil nilai Absorbansi.

3.4 Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan FeCl_3

Larutan Fe (III) 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan kristal $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0.0483 gram dengan sedikit Aqua DM pada *beaker glass*. Kemudian larutan yang telah dibuat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, lalu diencerkan dengan aqua DM sampai volume 100 mL (tanda batas) (Anwar, 2009).

2. Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm dibuat dengan cara melarutkan kristal $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0.0157 gram dengan sedikit Aqua DM pada *beaker glass*. Kemudian larutan yang telah dibuat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, lalu diencerkan dengan aqua DM sampai volume 100 mL (tanda batas) (Anwar, 2009).

3. Pembuatan Larutan Reagen 1,10-Phenatrolin

Larutan 1,10-fenatrolin 1000 ppm dibuat dengan cara melarutkan kristal 1,10-fenatrolin sebanyak 0.0100 gram dengan sedikit Aqua DM pada *beaker glass*. Kemudian larutan yang telah dibuat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, lalu

diencerkan dengan aqua DM sampai volume 100 mL (tanda batas) (Anwar, 2009).

4. Pembuatan Larutan Buffer pH 4.5

Larutan Buffer pH 4.5 dibuat dengan menimbang padatan Natrium Asetat (CH_3COONa) sebanyak 7.9405 gram, lalu padatan tersebut dimasukkan dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan ke dalamnya asam asetat (CH_3COOH) sebanyak 10 mL lalu diencerkan menggunakan aqua DM hingga tanda batas.

5. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Fe (II)- Phenantrolin pada pH Asam

Larutan standart Fe^{3+} dengan konsentrasi sebanyak 0.5 mL dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL, kemudian ditambahkan 1.1 mL larutan Natrium Tiosulfat dengan konsentrasi 100 ppm sebagai fungsi pereduksi 1.5 mL larutan 1,10-Fenantrolin 1000 ppm, 1,5 mL larutan buffer asetat dengan pH 4,5 dan 5 mL aseton, ditambahkan dengan aqua DM hingga volume mencapai 10 mL, dikocok, didiamkan kurang lebih 2 jam dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400-600 nm.

6. Menentukan Kurva Kalibrasi Senyawa Kompleks Fe(II)-Phenantrolin Dengan Pereduksi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Larutan standar Fe^{3+} 100 ppm sebanyak 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 dan 0.5 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, ditambahkan 1.1 mL larutan senyawa pereduksi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan konsentrasi optimum; ditambahkan 1.5 mL larutan 1,10-Fenantrolin 1000 ppm; ditambahkan 1.5 mL larutan buffer asetat dengan pH 4,5 dan 5 mL aseton. Kemudian ditambahkan aqua DM hingga volume larutan 10 mL, dikocok dan didiamkan kurang lebih 24 jam. Selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Dibuat kurva kalibrasi antara absorbansi (A) terhadap konsentrasi larutan standar Fe^{3+} . Pada larutan yang digunakan dalam pencarian kurva kalibrasi maka digunakan panjang gelombang lamda maksimum 501-510 nm dengan warna serap warna komplementer jingga kecoklatan, sedangkan warna asli dengan warna hijau.

3.5 Perhitungan

1. ppm

Perhitungan untuk pembuatan larutan standart 100 ppm

$$\begin{aligned} 100 \text{ ppm} &= 100 \text{ mg/L} \\ &= 100 \text{ mg}/1000 \text{ mL} \\ &= 10 \text{ mg}/100 \text{ mL} \end{aligned}$$

2. Perhitungan massa

Perhitungan untuk mengetahui massa sampel untuk membuat larutan

$$\frac{Ar X}{Mr X.nH_2O} = \frac{Massa X}{Massa X.nH_2O}$$

3. Perhitungan pengenceran

Perhitungan untuk pengenceran

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

4. Perhitungan Akurasi Desain Portabel Kit

Tahapan dalam analisis validasi alat dengan cara kalibrasi alat dengan teori, sehingga membutuhkan metode perhitungan regresi Linear yang digunakan untuk memprediksikan nilai eror yang terjadi jika dilakukan pengukuran selanjutnya.

$$y = bx + a$$

x = variabel faktor (adsorbansi)

y = variabel respon (nilai tegangan sensor)

a = konstanta

b = koefisien regresi

5. Perhitungan Regresi Linear *Design Portable Kit*

Setelah didapat nilai regresi linear, maka selanjutnya menghitung nilai akurasi berfungsi untuk mengetahui tingkat keakurasian sistem keseluruhan dari *Design Portable Kit*.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Hasil Nilai Perhitungan} - \text{Hasil Nilai Sistem Design Portable Kit}}{\text{Hasil Nilai Perhitungan}} \times 100\%$$

3.5 Perancangan Validasi

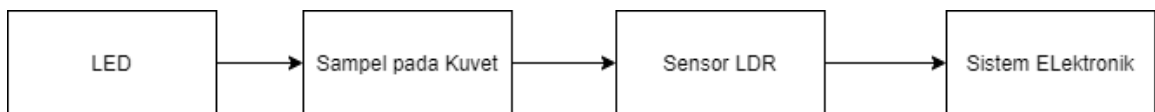
Analisis Fe dengan prinsip spektrofotometer menggunakan Arduino UNO di laboratorium kimia komputasi. Kadar Fe didapat dari larutan stok Fe yang direaksikan dengan reagen 1,10-Phenatrolin sehingga membentuk senyawa kompleks berwarna jingga kecoklatan. Langkah pertama perancangan penelitian adalah merancang desain portabel kit dengan desain yang valid, dengan merancang beberapa komponen membentuk suatu sistem analisis yang berbasis sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor LDR yang bergantung pada intensitas cahaya dan menggunakan sensor LED sebagai filter cahaya pada lamda daerah 500-600 nm, pada lamda tersebut cahaya yang diserap adalah cahaya warna asli yaitu berupa cahaya warna hijau kebiruan dengan warna komplementer warna jingga kecoklatan. Lalu alat tersebut di uji coba dengan sampel yang sudah diketahui kadar Fe nya untuk mengetahui bahwa sudah tidak ada *trouble* dalam rangkaian sistem tersebut.

3.5.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

1. Rancangan Sistem Mekanik

Sistem mekanik desain portabel kit analisis Fe dengan prinsip spektrofotometri menggunakan Arduino UNO dibuat berdasarkan diagram *blok* rangkaian seperti

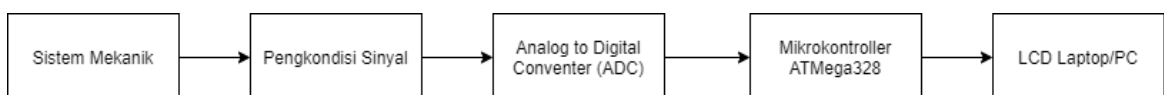
gambar 3.1. Diagram blok ini merupakan rangkaian terpenting dalam perancangan sistem ini berupa *KIT portable*, yang mana diagram blok ini dapat diketahui secara keseluruhan cara kerja (prinsip kerja) dari desain portabel kit ini. Sumber cahaya yang di dapat dari Sensor LED yang berwarna hijau yang mempunyai panjang gelombang 501 nm-510 nm, cahaya yang tersaring lalu akan diteruskan sehingga mengenai obyek analisis (sampel yang mengandung unsur logam Fe). Cahaya tersebut akan diserap oleh unsur besi Fe dalam sampel, sehingga intensitas cahaya akan diteruskan akan menjadi lebih kecil daripada intensitas cahaya awal. Intensitas cahaya kemudian diteruskan sehingga dapat ditransmisikan lalu ditangkap oleh sensor sensor cahaya (LDR) yang akan membentuk sinyal data, dari sinyal data akan diteruskan pada sistem selanjutnya yaitu sistem elektronik Desain Portabel Kit Untuk Analisis Fe dengan prinsip spektrofotometri visibel menggunakan Arduino UNO, sehingga kemudian didapat hasil data berupa simbol yang dapat diartikan dalam bentuk *text* angka.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Mekanik

2. Rancangan Sistem Elektronik

Sistem mekanik yang terancang akan menghasilkan sinyal data yang akan diteruskan pada sistem elektronika, pada sistem ini sinyal data akan diolah dengan sistem mekanik yang berupa tegangan selanjutnya akan menjadi masukan pada rangkaian pengkondisi sinyal. Tegangan yang dihasilkan oleh sensor ini relatif rendah, maka dibutuhkan penguat sinyal yang dalam sistem ini termasuk dalam pengkondisi sinyal, tujuan dari pengkondisian sinyal agar tegangan bisa direspon oleh ADC. Setelah tegangan direspon oleh ADC maka akan berubah menjadi data digital yang akan menunjukkan pada MCU yang telah diisi dengan data range pengukuran dan hasilnya, lalu akan ditampilkan pada LCD PC yang telah di program dengan bahasa pemrograman Driver Arduino IDE dan Delphi.



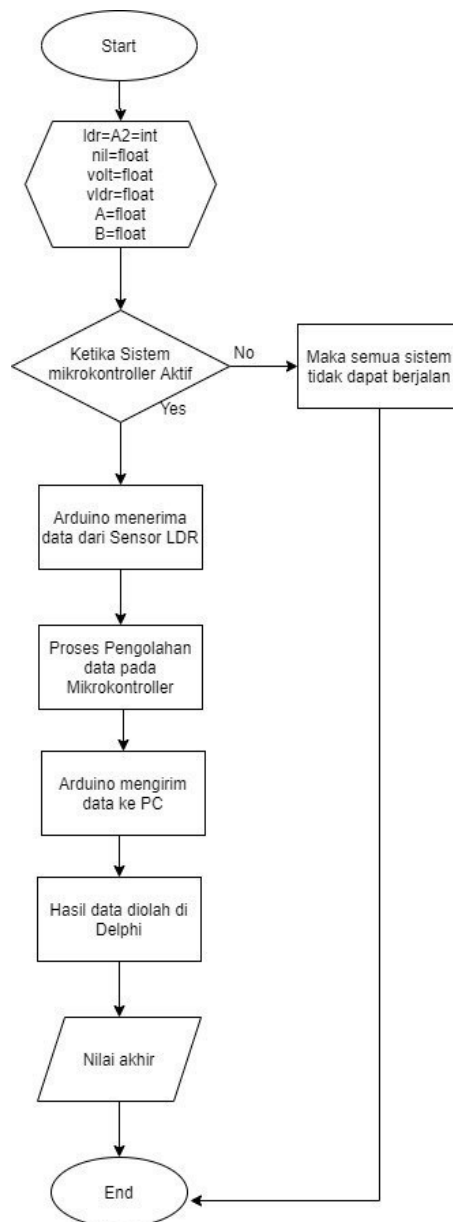
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Elektronik

3.5.2 Rancangan Sistem Perangkat Lunak (*Software*)

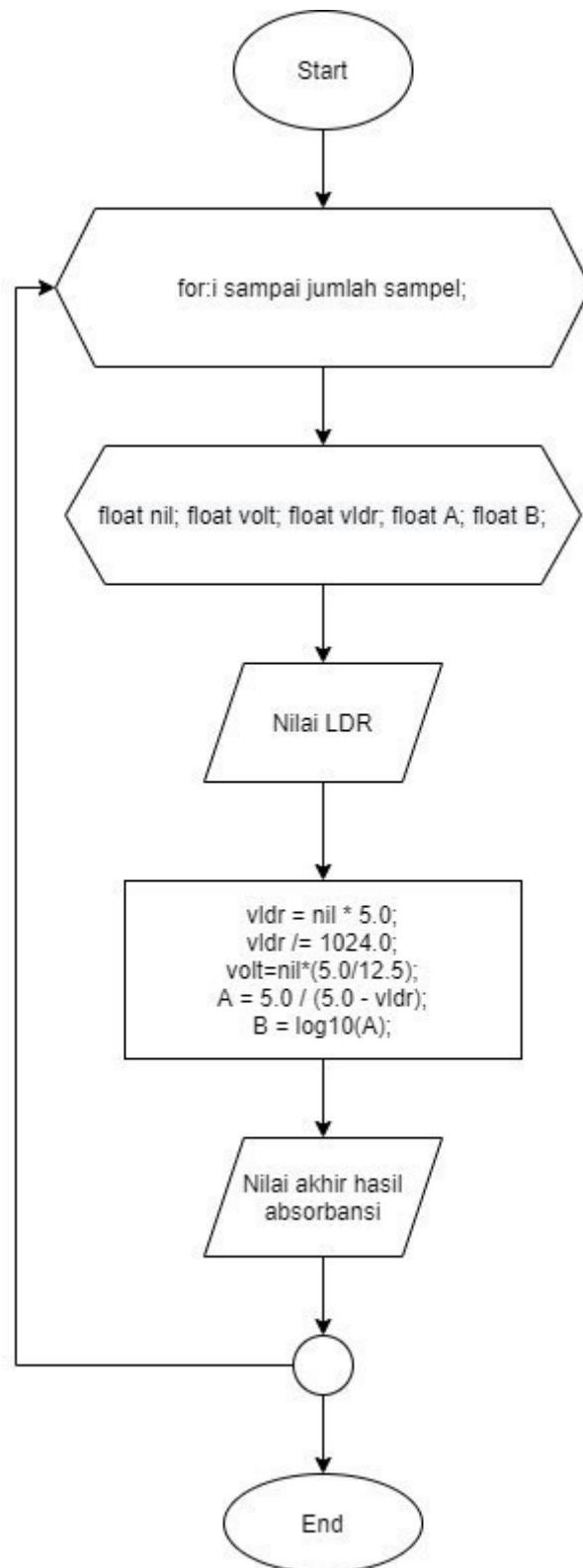
Proses perancangan lunak *Software* yang biasa disebut dengan Pemrograman ini menggunakan komponen perangkat lunak yang saling terhubung

untuk dapat berjalan dengan baik dan tertata. Proses perancangan perangkat lunak Arduino IDE dan Delphi yang dilengkapi dengan layanan *Comport*. Arduino IDE sebagai pembaca dan pengendali komponen-komponen yang terhubung pada mikrokontroller untuk membaca masing-masing sensor yang terdapat pada alat, diantaranya yaitu sensor LED dan sensor LDR, sedangkan Delphi yang telah dilengkapi layanan *Comport* yang digunakan sebagai pembaca dan penampil hasil akhir pada layar PC, *Comport* digunakan sebagai pengkoneksi antara program Arduino IDE dengan bahasa pemrograman Delphi, sehingga data yang dihasilkan dapat terolah dengan baik. Proses diagram alir program dapat dilihat pada gambar 3.3 dan 3.4. Pada gambar 3.3 merupakan alur diagram alir semua program, sedangkan 3.4 merupakan alur *flowchart* program pada mikrokontroller.

Flowchart program mikrokontroller berfungsi mengolah data pada sistem mikrokontroller dengan rumus seperti pada gambar 3.4. Pada rumus penentuan *vldr* (*voltase ldr*) dengan pengkalian nilai baca sensor LDR dengan nilai 5.0. Nilai 5.0 merupakan *voltase* dari sistem mikrokontroller, lalu nilai *vldr* dibagi dengan 1024 dengan persamaan *syntax* untuk mendapatkan hasil yang seseuai. 1024 merupakan nilai *bytes* dari pemrograman, sehingga yang diharapkan *voltase* LDR akan terbaca sesuai. Pada rumus selanjutnya pencarian nilai *voltase* sistem yang digunakan adalah dengan rumus nilai input LDR dikalikan dengan persamaan tegangan yaitu (7.5 dan 5.0). Nilai 5.0 adalah nilai hambatan resistor pada sensor LDR dan nilai 7.5 adalah nilai hambatan resistor pada lampu LED. Lalu untuk rumus nilai Absorbansi (A) menggunakan rumus $5/(5.0-vldr)$, penggunaan angka 5 merupakan *voltase* dari sistem yang digunakan.



Gambar 3.3 *Flowchart* Sistem Keseluruhan Elektronik



Gambar 3.4 Flowchart Program Mikrokontroller

3.5.3 Tahap Analisis

Proses analisis ini akan melibatkan sampel sebagai obyek analisis. Proses analisis ini ada beberapa tahap yaitu tahap pertama analisis kadar Fe dengan alat

tersebut yang dilakukan yaitu menyiapkan alat-alat kimia dengan mencuci gelas ukur, pipet, *erlenmeyer*, batang pengaduk dengan *aquadest*, lalu dilarutkan senyawa Fe *anhidrat* dengan *aquadest* pada *erlenmeyer*. Kemudian ditambahkan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sebagai pereduksi, lalu ditambahkan *reagen 1,10-Phenatroline* dengan pipet secara perlahan. Lalu ditambahkan aseton dan buffer asetat. Lalu dihomogenkan hingga tercampur secara merata, lalu di *inkubasi* supaya larutan tercampur secara keseluruhan. Larutan yang telah dibuat lalu dinalisis dengan alat tersebut dengan prinsip spektrofotometer *vis* (sinar tampak) dengan panjang gelombang 501 nm-510 nm. Proses analisis dilakukan dengan spektrofotometer dengan penyerapan sumber cahaya dari sensor LED yang sudah terarah nilai lamdanya.

Metode analisis yang digunakan adalah metode spektrofotometri-visibel dengan prinsip kerja spektrofotometer akan menyerap cahaya pada panjang tertentu sesuai dengan lamda maksimal sampel yang berupa larutan. Setiap senyawa kimia memiliki absorbansi pada panjang gelombang tertentu yang khas, sehingga panjang gelombang dengan absorbansi tertinggi (lamda maksimal) yang digunakan untuk mengukur kadar zat yang diperiksa. Banyaknya cahaya yang diabsorpsi oleh zat berbanding lurus dengan kadar senyawa (konsentrasi senyawa), sehingga dalam memastikan ketepatan pengukuran, kadar yang hendak diukur dibandingkan terhadap senyawa yang diketahui sudah diketahui kadar konsentrasinya (larutan standar). Setelah analisis dilakukan maka didapat data yang terekam lalu disalurkan dari rangkaian mikrokontroller ke LCD PC dengan bahasa pemrograman.

3.6 Kalibrasi Instrumen

Larutan yang digunakan dalam pengkalibrasian adalah larutan stok Fe dengan konsentrasi larutan A (1 ppm) dan larutan B (5 ppm). Larutan Stok Fe yang digunakan biasa terjual bebas dipasaran, sehingga memudahkan untuk analisis. Proses kalibrasi dilakukan dengan pembacaan nilai ADC yang didapat dari sensor LDR lalu diolah dengan bahasa pemrograman oleh Mikrokontoler Arduino UNO dan Delphi dan ditampilkan di layar monitor terhadap sampel larutan stok Fe yang teruji.

3.7 Validasi Instrumen

3.7.1 Uji Linearitas Hasil Pengukuran Alat

Uji linieritas dilakukan bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan terikat apakah linier atau tidak. Linear sendiri berarti hubungan seperti garis lurus. Variabel bebas dan variabel terikat yang dimaksud adalah Konsentrasi dengan lamda yang dihasilkan dari data kurva standar, sehingga dari kedua data tersebut didapatkan nilai koefisien korelasi maupun persamaan regresi linear. Konsentrasi larutan standar (baku) dibuat untuk membentuk deret seri analisis dengan instrumen Portable KIT. Pengujian dilakukan dengan pengulangan 3 kali atau triplo untuk

mendapatkan hasil yang akurat. Dari pengujian tersebut maka didapatkan garis lurus (linear) yang menyatakan adanya hubungan antara Konsentrasi larutan dengan respon dari sensor instrumen Portable KIT. Dari hubungan tersebut maka akan membentuk persamaan sebagai berikut $y = ax + b$ Dimana:

y = Absorbansi

b = intersep

x = konsentrasi larutan (sampel)

a = *slope*

Tabel 3.1

Konsentrasi larutan	y_1	y_2	y_3
Hasil standart			
FeCl₃ ppm			
Larutan Blanko	y_1	y_1	y_1
Aquademin 0,0			
FeCl ₃ 0,2	y_2	y_2	y_2
FeCl ₃ 0,4	y_3	y_3	y_3
FeCl ₃ 0,6	y_4	y_4	y_4
FeCl ₃ 0,8	y_5	y_5	y_5
FeCl ₃ 1,0	y_6	y_6	y_6
FeCl ₃ 5,0	y_7	y_7	y_7
FeCl ₃ 10	y_8	y_8	y_8
FeCl ₃ 15	y_9	y_9	y_9
FeCl ₃ 20	y_{10}	y_{10}	y_{10}
FeCl ₃ 25	y_{11}	y_{11}	y_{11}
<i>Slope b</i>			
<i>Aksis Intersep a</i>			
Koefisien Korelasi			
Proses Relatif Standart Deviasi			

3.7.2 Uji Batas Deteksi

Batas deteksi merupakan konsentrasi analit terendah yang masih dapat dideteksi meskipun tidak selalu dapat dikuantifikasi (Yuwono dan Indrayanto, 2005), dengan kata lain batas deteksi mempunyai makna jumlah atau konsentrasi terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi, namun tidak perlu diukur sesuai dengan nilai sebenarnya (ICH, 2005). Sedangkan batas kuantifikasi didefinisikan sebagai

konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi pada kondisi analisis yang digunakan (Yuwono dan Indrayanto, 2005) dengan kata lain mempunyai makna sebagai parameter pengujian kuantitatif untuk konsentrasi analit yang rendah dalam matriks yang kompleks dan digunakan untuk menentukan adanya pengotor atau degradasi produk. Limit deteksi dan limit kuantitasi dihitung dari rerata kemiringan garis dan simpangan baku intersep kurva standar yang diperoleh (ICH, 2005).

Tabel 3.2 Uji Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

Konsentrasi	Larutan	Absorbansi (y)	yi	(y-yi) ²
Standart FeCl₃ ppm				
	Larutan FeCl ₃ 0,2 ppm	y ₁	yi ₁	(y-yi) ² ₁
	Larutan FeCl ₃ 0,4 ppm	y ₂	yi ₂	(y-yi) ² ₂
	Larutan FeCl ₃ 0,6 ppm	y ₃	yi ₃	(y-yi) ² ₃
	Larutan FeCl ₃ 0,8 ppm	y ₄	yi ₄	(y-yi) ² ₄
	Larutan FeCl ₃ 1,0 ppm	y ₅	yi ₅	(y-yi) ² ₅
			$\sum (Y-Y_i)^2$	
			Sy/x	
			LOD LOQ	

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Kit Portabel

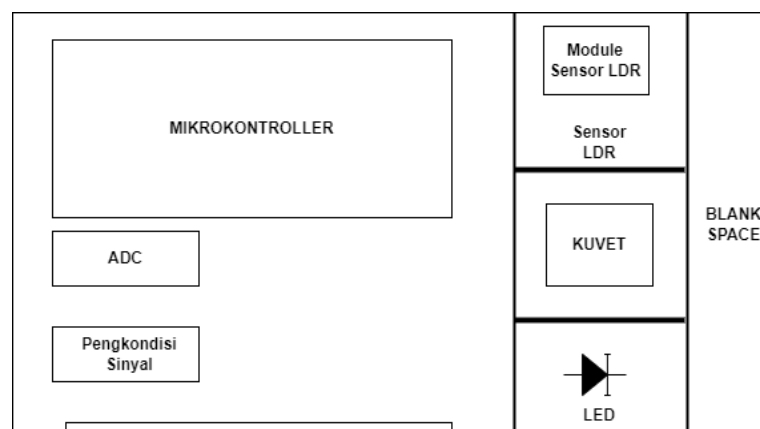
Perancangan rancang bangun *KIT Portable*. *Design Portable Kit Analisis Fe Dengan Prinsip Spektrofotometri Vis Menggunakan Arduino Uno* merupakan salah satu penelitian kuantitatif dengan menggunakan perpaduan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan untuk merangkai *KIT Portable* diantaranya Mikrokontroler Arduino UNO dengan tipe AT Mega 328 yang berfungsi sebagai otak dan jantung dari rancangan ini, Sensor LED berfungsi untuk memancarkan cahaya yang diperlukan, Sensor LDR berfungsi sebagai pengolah hasil pantulan cahaya dari LED menjadi tegangan, ADC (*Analog Digital to Converter*) sebagai pengubah data digital dari *mikrokontroler* Arduino UNO, Kuvet sebagai wadah sampel yang berasal dari plastik polistiren, dan kabel jumper yang berfungsi sebagai penyalur arus listrik, *black box* sebagai wadah atau tempat dari rancangan *KIT Portable* supaya *KIT Portable* rapi dan mudah dibawa seperti pada gambar 4.1



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.1 *KIT Portable* bagian luar (a) *KIT Portable* bagian dalam (b) Skema Kit *Portable* (c)

Dari rancangan tersebut, KIT *Portable* ini berawal dari sensor LED yang mana cahaya yang dihasilkan berasal dari emisi cahaya dari dioda, hal ini bisa terjadi karena LED berasal dari bahan semikonduktor maka LED menghasilkan cahaya tak tampak (Zain, 2013), dari resistansi LED yang memantulkan intensitas cahaya maka akan dideteksi dan diserap oleh sensor LDR, dari data tersebut akan diteruskan oleh ADC dan akan diubah menjadi sinyal data digital. Pemilihan LED yang berasal dari Gallium Alluminium Phosphide bertujuan untuk menghasilkan warna sinar hijau yang digunakan sebagai sumber cahaya. Pemilihan warna hijau karena larutan yang diukur absorbansinya mempunyai warna komplementer merah jingga yang mempunyai warna asli hijau.

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam KIT *portable* Arduino IDE sebagai bahasa pemrograman Arduino, Delphi digunakan sebagai pembuat *software interface*, dan *Package Com-port* merupakan *package* tambahan delphi sebagai media penghubung antara Delphi dan Mikrokontroler Arduino UNO.

Proses perancangan *software* dapat dilakukan dengan menyiapkan *software* arduino IDE, hal ini dapat dilakukan dengan mengunduh *software* di web resmi arduino.cc. Setelah tersedia langkah selanjutnya menyiapkan *software* Delphi 7.0 dan ComPort seri 7.0. Setelah semua *software* tersedia maka langkah selanjutnya membuat kode pemrograman pada Arduino IDE dan Delphi.7.0. Setelah semua *software* sudah tersedia maka selanjutnya perancangan *software* secara keseluruhan, yang pertama *upload sketch* Arduino yang telah terisi program seperti pada gambar 4.2, lalu setelah *upload sketch* Arduino berhasil lalu hubungkan kit dengan Laptop untuk proses analisis, lalu buka file *installer Tcomport* untuk menemukan fileComexampler.dpr lalu *running software* Delphi.7.0, lalu pilih *icon setting*, lalu masukkan port COM milik *software* Arduino, lalu isi Baudrate 9600 bps, lalu pilih open untuk memulai membuka koneksi port serial (COM) Arduino lalu akan muncul seial yang akan diggunakan untuk menampilkan hasil Absorbansi seperti pada gambar 4.3.

Kode pemrograman mempunyai kegun"aan yang berbeda-beda pada setiap kodenya, diantaranya "*int ldr*" berarti inisial dari ldr atau sebagai penanda yang dianalisis dan nilai yang terbaca pada sistem adalah dari input sensor LDR dengan input masukan berupa bilangan bulat desimal, "*float*" mempunyai fungsi sebagai pengolah data berupa bilangan desimal, "*void setup*" mempunyai fungsi sebagai penginisial variabel, tempat untuk menuliskan pengaturan (*mode pin*) dan sebagai pengaturan perpustakaan, yang mana void setup hanya berjalan satu kali, maka perlu untuk penyetelan ulang. *Serial.Begin (9600)* berfungsi sebagai penentu kecepatan data, sedangkan "*void loop*" berfungsi sebagai penjalan program yang dapat dilakukan secara berulang ulang tanpa batas. "*analogRead* mempunyai fungsi sebagai pembaca

nilai dari pin analog, dalam Arduino nilai pembaca pin dari input ldr, “*Serial.print*” mempunyai fungsi sebagai pengirim data ke serial berupa bilangan maupun karakter, “*Serial.println*” mempunyai fungsi sebagai pengirim data dari *inpt serialPrint*, “*delay*” mempunyai fungsi sebagai rentang waktu untuk menampilkan hasil nilai yang diperoleh. Dalam Arduino sangat berpengaruh hal hal kecil seperti penulisan huruf baik kapital atau tidak, penulisan tanda kurung yang bervariasi, serta penulisan tanda baca yang harus sesuai. Jika tidak sesuai maka akan menyebabkan eror dalam sistem sehingga akan mengakibatkan data yang diolah tidak akan berhasil atau sesuai dengan rumus (Leksono, 2019).

Dalam penelitian sampel akan dimasukan pada kuvet lalu sensor LED akan memantulkan cahaya, maka sensor LDR akan mengkan intensitas cahaya, nilai LDR akan dipengaruhi oleh pantulan cahaya dari LED yang diserap oleh larutan, maka semakin tinggi intensitas cahaya akan semain tinggi pula nilai resistansi LDR. Rumus penentuan *vldr (voltase ldr)* dengan pengkalian nilai baca sensor LDR dengan nilai 5.0. Nilai 5.0 merupakan voltase dari sistem mikrokontroller, lalu nilai *vldr* dibagi dengan 1024 dengan persamaan *syntax* untuk mendapatkan hasil yang seseuai. 1024 merupakan nilai *bytes* dari pemrograman, sehingga yang diharapkan *voltase* LDR akan terbaca sesuai. Pada rumus selanjutnya pencarian nilai voltase sistem yang digunakan adalah dengan rumus nilai input LDR dikalikan dengan persamaan tegangan yaitu (7.5 dan 5.0). Nilai 5.0 adalah nilai hambatan resistor pada sensor LDR dan nilai 7.5 adalah nilai hambatan resistor pada lampu LED. Nilai transmisi Absorbansi (A) menggunakan rumus $5/(5.0-vldr)$, penggunaan angka 5 merupakan voltase dari sistem yang digunakan. Untuk penentuan absorbansi berasal dari logaritma nilai transmisi hal ini sesuai dengan hukum Lambert Beer. Sehingga tampilan dari rumus Absorbansi seperti gambar 4.2

```
int ldr = A2;
float nil;
float volt;
float vldr;
float A;
float B;
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2);
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  //lcd.begin(16,2);
}

void loop() {

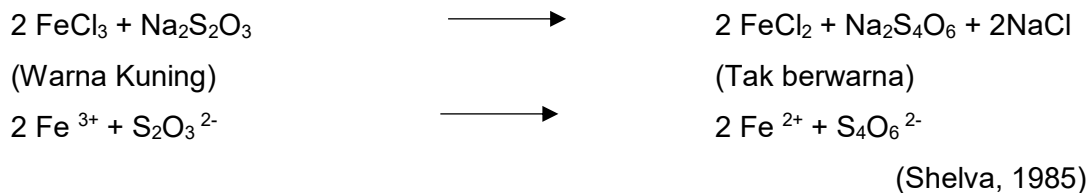
  // put your main code here, to run repeatedly:
  nil = analogRead(ldr);
  vldr = nil * 5.0;
  vldr /= 1024.0;
  volt = nil * (5.0 / 12.5) * 10;
  A = 5.0 / (5.0 - vldr);
  B = log10 (A);

  Serial.print("Absorb: ");
  Serial.println (nil);
  Serial.println (volt);
  Serial.println (vldr);
  Serial.println (A);
```

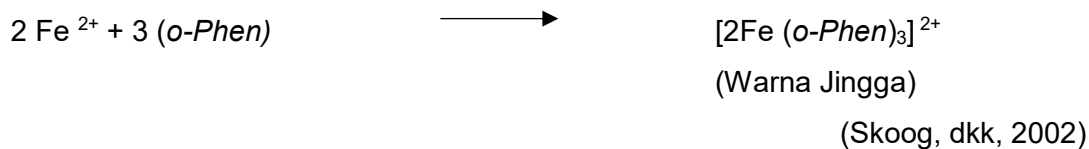
Gambar 4.2 Kode Program Arduino

4.2 Reaksi Kimia Larutan

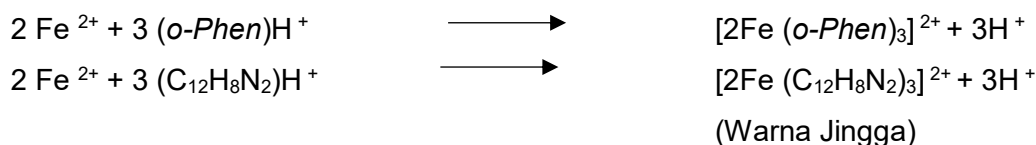
Dalam penelitian ini diawali dengan mereduksi larutan FeCl_3 dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk mendapatkan Fe^{2+} , proses reduksi dilakukan karena jika menggunakan FeCl_2 dan ion yang dihasilkan adalah Fe^{2+} akan mudah sekali mengalami oksidasi, jika akan dilanjutkan untuk reaksi pengompleksan dengan ligan 1,10-Phenantrolin akan menghasilkan larutan yang tidak stabil, dalam proses reduksi menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Hapsoro,2011). Proses reaksi reduksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



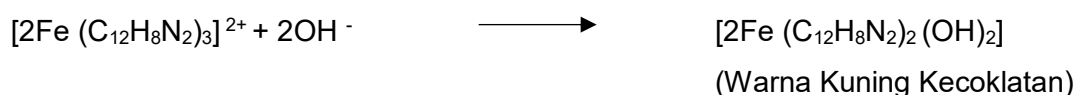
1,10-Phenantrolin merupakan ligan pengompleks yang berwarna yang dapat bereaksi dengan logam, salah satunya adalah logam Fe. Setelah didapat ion Fe^{2+} lalu direaksikan dengan ligan 1,10-Phenantrolin sehingga akan mendapatkan warna larutan merah jingga reaksinya sebagai berikut:



Lalu setelah larutan didapatkan larutan dioptimalkan supaya stabil dalam keadaan asam dengan menggunakan buffer asetat, pemilihan suasana asam dalam penstabilan larutan karena jika menggunakan suasana basa maka ion OH^- dari basa akan mendesak ligan 1,10-Phenantrolin, hal ini karena ion OH^- akan berkompetisi dengan salah satu ligan 1,10-Phenantrolin, jika itu terjadi maka akan membentuk senyawa $[\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_2(\text{OH})_2]$ dengan ditunjukkan warna larutan kuning kecoklatan (Pangastuti, 2017). Reaksi reaksi yang terjadi saat suasana asam:

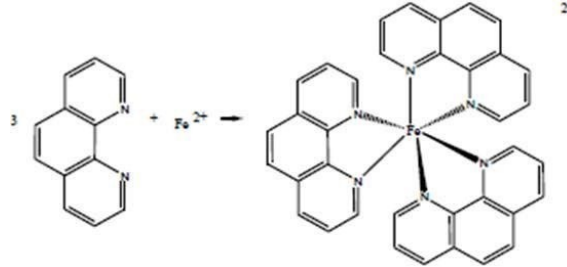


Sedangkan jika senyawa kompleks dalam suasana basa maka reaksi yang akan terjadi:



Besi (Fe) merupakan salah satu logam yang memiliki elektron yang tidak berpasangan dalam bentuk ionnya. Sedangkan 1,10-Phenantrolin merupakan ligan yang berbentuk niterogen heterosiklik trisiklik, yang memiliki pasangan elektron bebas

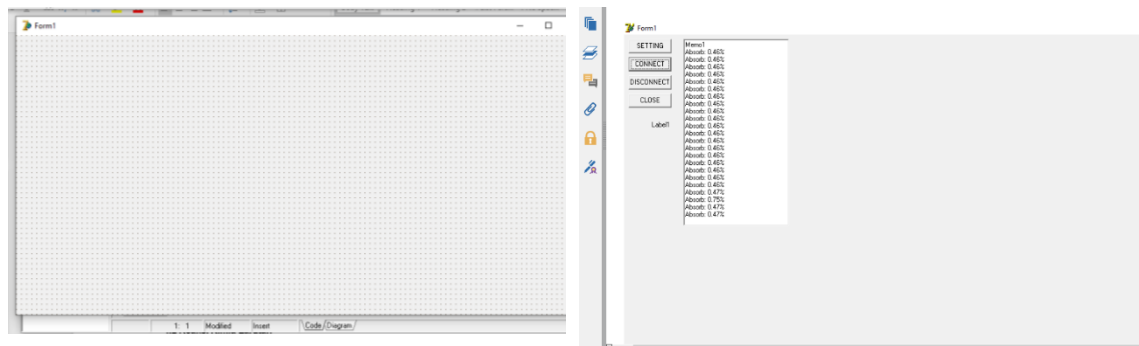
(PEB) yang berasal dari niterogennya, proses pembentukan senyawa kompleks koordinasi merupakan perpindahan satu pasangan atau lebih pasangan elektron bebas dari ligan ke ion logam. Ligan 1,10 – Phenantroline bertindak sebagai basa lewis yang memberi elektron bebas, sedangkan ion logam Fe^{2+} bertindak sebagai asam lewis yang menerima elektron bebas sehingga akan terjadi konfigurasi elektron hibridisasi senyawa kompleks $[\text{Fe}(1,10\text{-Phenantroline})_3]^{2+}$ adalah d^2sp^3 yang memiliki bentuk geografis bentuk Oktahedral (Sukoharjo, 1992) seperti gambar 4.3



Gambar 4.3 Struktur Oktahedral $\text{Fe}(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)^{2+}$

4.3 Uji Kalibrasi Alat

Kalibrasi merupakan kegiatan untuk memverivikasi suatu alat (*instrumen*) bahwa alat ukur tersebut sesuai dengan standart yang ada, hal ini sesuai dengan pendapat Hadi, 2018 yang menyatakan bahwa Kalibrasi merupakan suatu metode untuk menunjukkan nilai konvensional yang akurat (*valid*) dari suatu alat ukur dengan membandingkan nilai tersebut dengan (*instrumen*) standar ukur (Hadi, 2018). Suatu alat dikatakan layak apabila hasil pengukurannya kalibrasi menunjukkan nilai Standar Nasional atau Internasional (SI) (Cable, 2005) Sampel Kalibrasi yang digunakan adalah larutan standart FeCl_3 yang telah diketahui nilai konsentrasinya. Larutan standart dapat di temukan di pasaran yang terjual secara bebas. Proses kalibrasi dilakukan dengan cara menyeterilkan wadah sampel dengan aquadermin dan di keringkan dengan tisu, wadah sampel harus dalam keadaan kering supaya tidak mempengaruhi hasil konsentrasi. Kemudian larutan standart kalibrasi di masukan ke dalam kuvet (wadah sampel), sehingga akan terbaca nilainya. Tampilan dari akhir dari *software* kit ini pada gambar 4.4.

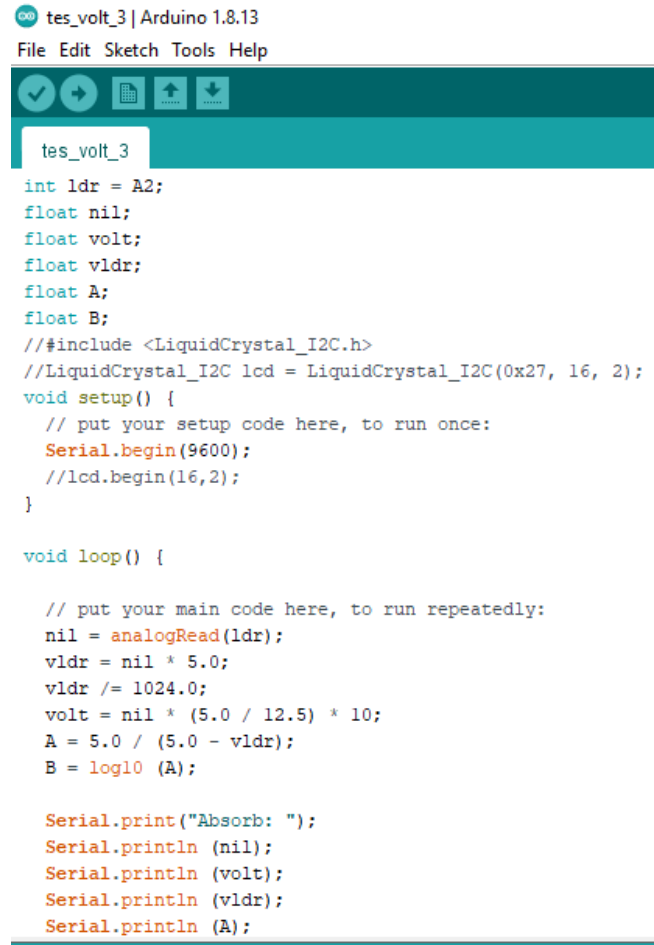


(a)

(b)

Gambar. 4.4 Sebelum kalibrasi (a) Sesudah running program dan kalibrasi (b)

Proses kalibrasi dilakukan sebagai pengukur tingkat keakuratan juga untuk mencari nilai persamaan regresi linier antara hubungan antara nilai tegangan yang terbaca dari sensor dengan nilai absorbansi Adapun nilai tegangan yang didapat dari masing-masing sampel seperti pada tabel 4.1



```

tes_volt_3 | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

tes_volt_3
int ldr = A2;
float nil;
float volt;
float vldr;
float A;
float B;
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2);
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
}

void loop() {

  // put your main code here, to run repeatedly:
  nil = analogRead(ldr);
  vldr = nil * 5.0;
  vldr /= 1024.0;
  volt = nil * (5.0 / 12.5) * 10;
  A = 5.0 / (5.0 - vldr);
  B = log10 (A);

  Serial.print("Absorb: ");
  Serial.println (nil);
  Serial.println (volt);
  Serial.println (vldr);
  Serial.println (A);
}

```

Gambar 4.5 Kode Arduino

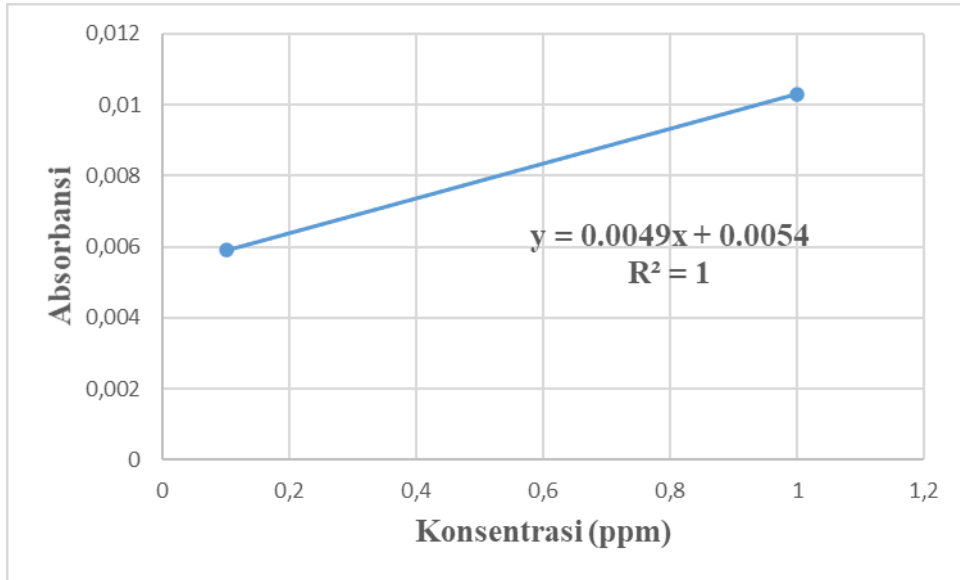
Tabel 4.1 Nilai Tegangan pada saat Kalibrasi pada Kit

Konsentrasi	LDR	Nilai Tegangan (v)	Absorbansi
1 ppm	0,2156	1,078 v	0,105
5 ppm	0,68	3,435 v	0,504

Berdasarkan dari data tabel 4.1 nilai tegangan analog yang didapat dari hasil baca sensor LDR maka digunakan sebagai regresi linier untuk mencari persamaan (y) yang akan digunakan sebagai Grafik regresi linier dari perhitungan kalibrasi tabel 4.1 dapat dilihat pada gambar 4.6

Gambar 4.6 dari hasil regresi linier absorbansi FeCl_3 dari Kit menghasilkan persamaan $y = 0,0049x + 0,4577$ dengan nilai $R^2 = 1$. Dengan didapat nilai $R^2 = 1$ maka

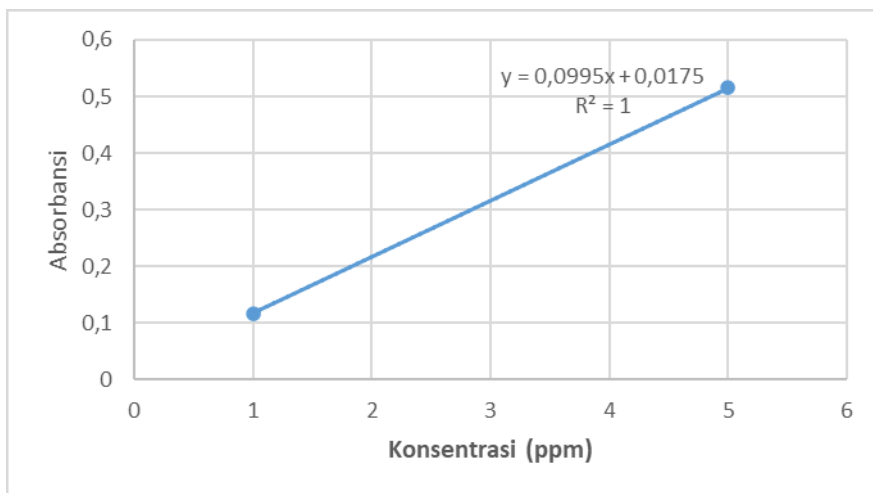
hal ini menunjukkan adanya hubungan yang linier sehingga dapat dikatakan sebagai nolai korelasi yang kuat koordinat (x) atau variabel bebas dalam kurva standart merupakan hasil tegangan yang berasal dari tangkapan cahaya sensor LDR, sedangkan koordinat (y) atau variabel terikat merupakan hasil Absorbansi, maka dapat disimpulkan bahwa nilai Absorbansi dipengaruhi oleh tegangan yang berasal dari tangkapan cahaya sensor LDR.



Gambar 4.6 Regresi Linier Kalibrasi Kit

Tabel 4.2 Kurva Kalibrasi Spektro Visible

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,117
5	0,515



Gambar 4.7 Regresi Linier Kalibrasi Spektro Visible

Dari perbandingan dari nilai slope antara kurva kit sebesar 0,0049 dengan instrumen spektrofotometer visibel sebesar 0,0995 sehingga memiliki perbandingan slope sebesar 20 kali, sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat kepekaan instrumen spektrofotometer visibel 20 kali lebih peka dari kit ini. Nilai Absorbansi Kit dengan spektrofotometri mempunyai perbedaan sehingga mempunyai nilai penyimpangan sebesar 0,1%, penyimpangan ini disebabkan karena pengaruh suhu, karena LDR jugamerespon perubahan suhu. Perubahan suhu karena dari Kit yang digunakan berulang ulang, pada akhirnya mempengaruhi hasil absorbansi FeCl_3 .

4.4 Validasi Alat

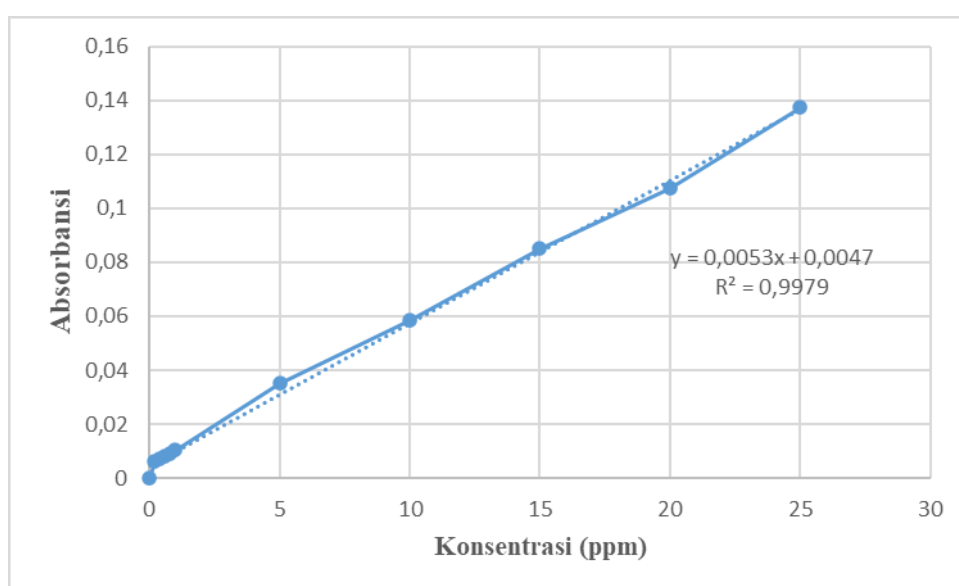
4.4.1 Uji Linearitas

Uji linieritas bertujuan untuk mengetahui variabel yang diuji mempunyai hubungan yang linier atau tidak, gal ini sesuai dengan (Gandjar & Rohman, 2007) Uji linieritas dapat dilakukan dengan menghitung secara statistik melalui koefisien korelasi dari konsentrasi absorbansi larutan baku (standart) Nilai linieritas dapat tercapai apabila nilai koefisien korelasi (r) semakin mendekati 1 ($r=+1$ atau $r=-1$) Nilai R yang mendekati 1 menandakan hubungan antara konsentrasi analit dengan absorbansi yang terukur (Chakti, dkk, 2009) Uji Linieritas diawali dengan pengukuran absorbansi larutan FeCl_3 dengan konsentrasi masing-masing 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 5, 10, 15, 20, 25 ppm dengan portable KIT sehingga dari pengukuran tersebut didapatkan nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Absorbansi FeCl_3

Konsentrasi FeCl_3 Ppm	LDR	Tegangan (v)	Absorbansi
Blanko 0	0	0	0
0,2	0,0137	0,0687	0,00601
0,4	0,0159	0,079	0,0069
0,6	0,0194	0,097	0,0081
0,8	0,02075	0,1037	0,0091
1	0,0236	0,118	0,0103
5	0,077	0,385	0,0350
10	0,1258	0,6923	0,0584
15	0,1783	0,8915	0,0852
20	0,219	1,095	0,1074
25	0,271	1,375	0,1375

Dari tabel 4.3 membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi FeCl_3 maka akan semakin tinggi pula intensitas cahaya yang didapat atau warna yang dihasilkan lebih pekat, sehingga menghasilkan nilai absorpsi yang semakin tinggi atau sesuai dengan teori semakin tinggi nilai konsentrasi maka semakin tinggi pula nilai absorpsi. Hal ini menjelaskan adanya hubungan antara konsentrasi larutan, nilai daya serap intensitas cahaya, tegangan sensor LDR, dan nilai Absorpsi. Sehingga dapat dikatakan hubungannya linier. Linieritas dapat dikatakan memenuhi syarat apabila nilai koefisien korelasi (r) yang diperoleh mendekati 1. Nilai r mendekati 1 menandakan adanya hubungan yang linear. Dari tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa nilai baca sensor LDR dan tegangan LDR linier sesuai teori, sehingga hasil kurva linieritas antara pembacaan sensor dan tegangan pada gambar 4.8 Linieritas antara konsentrasi analit dengan absorbansi yang terukur (Chakti, dkk, 2019), sehingga hasil kurva linieritas diunjukkan pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Kurva Linieritas FeCl_3

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi pula nilai absorbansinya, sehingga dapat diperoleh persamaan regresi linier $y = 0,0053x + 0,0047$. Dari kurva pada gambar 4 ditunjukkan dengan nilai kemiringan (*slope*) sebesar 0,0053 yang menandakan setiap adanya perubahan konsentrasi (sumbu x) akan memberikan perubahan atau mempengaruhi hasil pada absorbansi (sumbu y) sebesar 0,0053. Sehingga pada rumus regresi linier $y = 0,0053x + 0,0047$ dapat diuraikan bahwa y adalah nilai absorbansi, b adalah kemiringan (*slope*), x adalah konsentrasi, dan a adalah nilai intersep, dengan nilai r sebesar

0,9979, dimana nilai ini mendekati nilai 1 dan menandakan terdapat hubungan yang linier antara konsentrasi larutan dengan absorbansi yang sesuai dengan Hukum Lambert Beer. Dari persamaan regresi linier tersebut digunakan untuk menghitung konsentrasi sampel karena adanya hubungan linier antara konsentrasi dengan absorbansi (A). Hasil uji linieritas dapat dilihat pada tabel 4.4

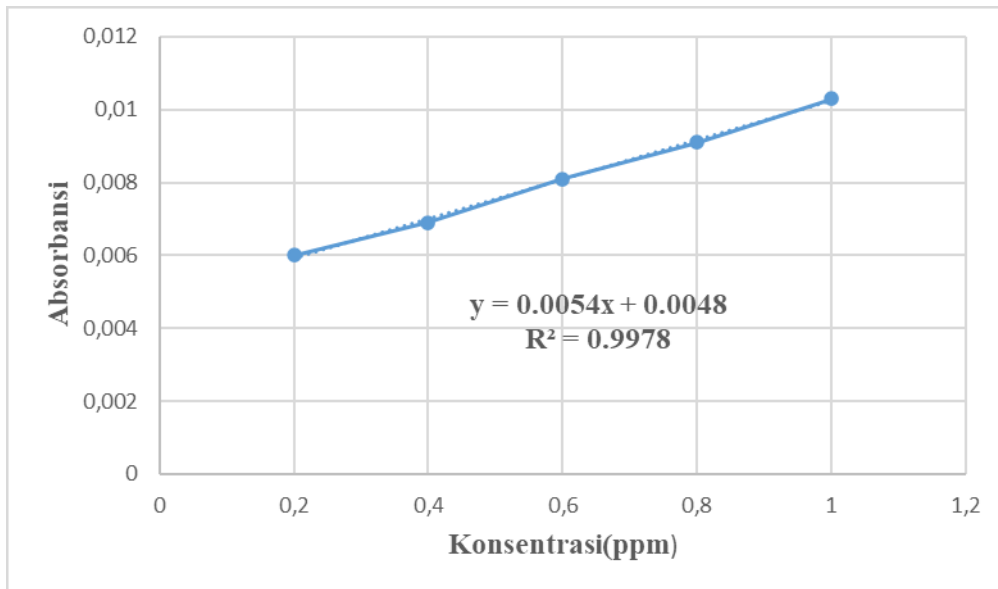
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Linieritas

<i>Slope b</i>	0,0053
<i>Aksis Intersep a</i>	0,0047
Koefisien Korelasi	0,9979
Proses Relatif Standart Deviasi	1,84%

Hasil nilai relatif standart deviasi adalah 1,84%, hal ini menandakan bahwa adanya hubungan yang linier antara konsentrasi dengan absorbansi, hal ini sesuai dengan teori yang menjelaskan bahwa adanya hubungan yang linier jika nilai standart deviasi kurang dari 5% (Ihsan, dkk, 2019)

4.4.2 Uji Batas Deteksi LoD (*Limit of Detection*) dan Batas Kuantisasi LoQ (*Limit of Quantification*)

Salah satu diantaranya pengujian validasi suatu alat adalah dengan pengujian batas deteksi dan batas kuantitas Batas deteksi adalah konsentrasasi analit yang masih terdeteksi walaupun tidak selalu dapat diukur (dikuantifikasi), sedangkan batas kuantifikasi adalah konsentrasi analit terendah dari suatu sampel yang dapat ditemukan dengan presisi dan akurasi yang wajar atasu dapat diterima dengan kondisi operasional metode yang digunakan. Batas deteksi dan batas kuantifikasi dapat dihitung secara statistik melalui persamaan regresi linier dari kurva standart (Syarah, dkk, 2021). Absorbansi larutan baku hasil pengukuran dimasukkan kedalam persamaan regresi linier yang diperoleh (Gandjar & Rohman, 2007) Sehingga dalam penelitian ini penentuan nilai LoD dan LoQ sangat penting untuk mendeteksi titik terendah (nilai terkecil) sampel terhadap KI Portable, pengujian ini dilakukan secara cermat dan seksama maka dapat dilakukan secara duplo, hal ini bertujuan untuk mendapat hasil yang diinginkan Uji LoD dan LoQ dilakukan dengan pembuatan grafik kurva dengan nilai sampel konsentrasi rendah Diantaranya konsentrasi 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 ppm dengan sumbu (x) adalah konsentrasi dan sumbu (y) adalah nilai absorbansi Hasil kurva LoD dan LoQ pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Grafik Kurva LoD & LoQ

Hasil kurva LoD dan LoQ pada gambar 4.8 didapat hasil persamaan $y = 0,054x + 0,0048$, dari persamaan tersebut maka dapat digunakan pembuatan tabel nilai LoD dan LoQ pada Portable KIT, sehingga dapat digunakan untuk penentuan nilai LoD dan LoQ.

Tabel 4.5 Uji LoD dan LoQ

Konsentrasi (x)	(y)	y1	y-y1	(y-y1) ²
Blanko	0	0	0	0
0,2	0,00601	0,00588	0,00021	$4,41 \times 10^{-8}$
0,4	0,0069	0,00696	-0,00006	$3,6 \times 10^{-9}$
0,6	0,0081	0,00804	0,00006	$3,6 \times 10^{-9}$
0,8	0,0091	0,00912	-0,00002	4×10^{-10}
1	0,0103	0,102	-0,0917	$8,4 \times 10^{-3}$
\sum SD LoD LoQ				0,00026
				0,00439
				2,438
				8,12

Dari perhitungan LoD (batas deteksi) diperoleh nilai 2,348 ppm, sehingga dari hasil ini menunjukkan bahwa batas konsentrasi terendah yang dapat dideteksi KIT Portable yang mana berarti bahwa KIT Portabel mempunyai respon yang signifikan pada konsentrasi 2,348 ppm tanpa memenuhi kriteria akurasi dan presisi. Sedangkan dari hasil LoQ (batas kuitansi) menunjukkan nilai 8,12 ppm, yang mana KIT Portabel mempunyai respon yang signifikan pada konsentrasi 8,12 ppm.

4.5 Penelitian dalam Perspektif Al Qur'an

Lingkungan merupakan salah satu aspek ibadah bagi umat manusia yang masih ditelantarkan oleh ummat Islam (Yakub, 2005), sehingga fiqih ekologi terobosan baru dalam menjawab masalah kelestarian dan hukum lingkungan serta lahirnya konsep hukum lingkungan. Ilmu Fiqih merupakan salah satu ilmu yang berdasarkan Al-Quran, namun Fiqih hanya menjelaskan mengenai prinsip-prinsip konservasi dan restorasi lingkungan saja. Dengan demikian, fiqih lingkungan Islam berarti fiqih yang obyek material kajiannya bidang lingkungan dan perumusannya didasarkan pada sumber nilai ajaran agama Islam. Dengan kata lain, fiqh lingkungan Islam merupakan ilmu yang membahas tentang ajaran dasar Islam mengenai lingkungan. Manusia adalah makhluk sempurna di muka bumi yang memegang peran penting sebagai Khalifah di muka bumi yang bertanggung jawab sekaligus menanggung segala dampak dari lingkungan. Apabila manusia melakukan kerusakan terhadap alam maka secara otomatis mencoreng manusia sebagai khalifah bumi, hal ini sesuai dengan Firman Allah Ta'ala pada Qur'an Surah Al Baqoroh Ayat 30:

وَأذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰئِكَةِ اِنِّيْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِيْفَةًۭۙ قَالُوْۤا اَتَجْعَلُ فِیْهَا مَنْ یُّفْسِدُ فِیْهَا وَیَسْفِكُ الدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَۗ قَالَ اِنِّیْۤ اَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُوْنَۙ

Artinya:

(Ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, "Aku hendak menjadikan khalifah di bumi." Mereka berkata, "Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?" Dia berfirman, "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."

Lingkungan dan alam semesta di muka bumi memanglah wujud karunia Allah kepada seluruh makhluk hidup, dan digunakan sebagaimana mestinya untuk segala keperluan umat manusia, namun harus digunakan sebaik baiknya dan tidak digunakan secara semena-mena. Hal ini sesuai dengan Firman Allah Ta'ala pada Qur'an Surah Al Luqman Ayat 20:

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعْمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً وَمِنَ النَّاسِ مَن يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُّنبِئٍ

Artinya:

“Tidakkah kamu memperhatikan bahwa sesungguhnya Allah telah menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu. Dia (juga) menyempurnakan nikmat-nikmat-Nya yang lahir dan batin untukmu. Akan tetapi, di antara manusia ada yang membantah (keesaan) Allah tanpa (berdasarkan) ilmu, petunjuk, dan kitab suci yang menerangi.”

Maka dari itu kita sebagai umat manusia untuk menjaga kelestarian lingkungan, karena merusak alam adalah salah satu tanda orang munafik, hal ini sesuai dengan Firman Allah Ta'ala pada Qur'an Surah Al Baqoroh ayat 205.

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۗ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ

Artinya:

“Apabila berpaling (dari engkau atau berkuasa), dia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi serta merusak tanam-tanaman dan ternak. Allah tidak menyukai kerusakan.”

Maka dari itu untuk menjaga kelestarian alam sekitar maka diperlukan Ilmu pengetahuan dan teknologi, karena adanya ilmu pengetahuan maka umat akan banyak mengetahui ke Esaan Allah SWT, dengan begitu tingkat keimanan kita sebagai umat manusia akan semakin tinggi. Allah SWT pun telah memerintahkan kita sebagai umat manusia untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi sejauh-jauhnya hingga menembus langit penjuru, sesuai dengan Firman Allah SWT dalam Al Qur'an Surah Ar Rahman Ayat 33:

يُوعِثُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانفُذُوا ۚ لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطٰنٍ ۝٣٣

Artinya:

“Wahai segenap jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya, kecuali dengan kekuatan (dari Allah).”

Dari ayat diatas menjelaskan bahwa tanpa penguasaan dibidang ilmu dan teknologi jangan harapkan manusia memperoleh keinginannya untuk menjelajahi luar angkasa. Oleh karena itu, manusia ditantang dianjurkan untuk selalu mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kita sebagai umat manusia dapat melakukan penelitian dengan ilmu pengetahuan dan dapat menembus batas dari pengetahuan hanya dengan kekuatan dan kemurahan dari Allah SWT, maka dari itu kita perlu banyak-banyak bersyukur kita dianugrahi otak untuk berfikir bahkan mengembangkan ilmu dan bersyukur bahwa kita telah dianugrahi kekuatan dan kemampuan oleh Allah untuk banyak mempelajari ilmu-ilmu Allah SWT. Selain itu dengan adanya ilmu maka

tingkat keimanan kita akan semakin tinggi, maka akan semakin tinggi pula derajat kita, hal ini sesuai dengan Firman Allah Ta'ala dalam Qur'an Surah Al Mujadilah ayat 11 yang berbunyi:

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

Artinya:

“Niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kalian dan orang-orang yang diberi ilmu (agama) beberapa derajat.” (Al-Mujadilah:11)

Penelitian sering dilakukan guna membatasi objek ilmu yang dianalisis secara fisik, karena obyek yang dianalisis bersifat obyektif dan hal itu dapat diverifikasi tingkat kebenarannya. Maka perlu adanya penelitian yang dilakukan dengan dibandingkan dengan epistologi Islam sehingga kita bisa menyimpulkan dari berbagai sudut pandang ilmu pengetahuan. Sehingga pentingnya kita menjaga kestabilan antara penelitian dengan Epistologi Islam maupun dengan lingkungan.

Hal ini sesuai dengan hadist keutamaan dalam mencari ilmu yang mana berbunyi:

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَطْلُبُ فِيهِ عِلْمًا، سَلَكَ اللَّهُ بِهِ طَرِيقًا مِنْ طُرُقِ الْجَنَّةِ، وَإِنَّ الْمَلَائِكَةَ لَتَضَعُ أَجْنَحَتَهَا لِطَالِبِ الْعِلْمِ، وَإِنَّ الْعَالِمَ لَيَسْتَعْفِرُ لَهُ مَنْ فِي السَّمَوَاتِ وَمَنْ فِي الْأَرْضِ، وَالْحَيَّاتَانِ فِي جَوْفِ الْمَاءِ، وَإِنَّ فَضْلَ الْعَالِمِ عَلَى الْعَابِدِ كَفَضْلِ الْقَمَرِ لَيْلَةَ الْبَدْرِ عَلَى سَائِرِ الْكَوَاكِبِ، وَإِنَّ الْعُلَمَاءَ وَرَثَةُ الْأَنْبِيَاءِ، وَإِنَّ الْأَنْبِيَاءَ لَمْ يُورَثُوا دِينَارًا وَلَا دِرْهَمًا، إِنَّمَا وَرَثُوا الْعِلْمَ، فَمَنْ أَخَذَهُ أَخَذَ بِحِطِّهِ وَافِرٍ

Artinya:“Barangsiapa menempuh suatu jalan yang padanya dia mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan dia menempuh jalan dari jalan-jalan (menuju) jannah, dan sesungguhnya para malaikat benar-benar akan meletakkan sayap-sayapnya untuk penuntut ilmu, dan sesungguhnya seorang penuntut ilmu akan dimintakan ampun untuknya oleh makhluk-makhluk Allah yang di langit dan yang di bumi, sampai ikan yang ada di tengah lautan pun memintakan ampun untuknya. Dan sesungguhnya keutamaan seorang yang berilmu atas seorang yang ahli ibadah adalah seperti keutamaan bulan pada malam purnama atas seluruh bintang, dan sesungguhnya ulama adalah pewaris dan Nabi, dan para Nabi tidaklah mewariskan dinar ataupun dirham, akan tetapi mereka hanya mewariskan ilmu, maka barangsiapa yang mengambilnya maka sungguh dia telah mengambil bagian yang sangat banyak.” (HR. Abu Dawud no.3641, At -Tirmidziy no.2683)

Dalam alam lingkungan Allah telah menganugerahkan besi sebagai karunia yang sangat tak terhingga baik secara nilai maupun manfaat bagi umat manusia maupun bagi semua makhluk hidup dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini telah terfirman dalam Al Qur'an Surah Al Hadid Ayat . Dengan adanya Besi manusia dapat memenuhi keperluan hidup baik keperluan rumah tangga maupun kebutuhan lainnya, bagi makhluk hidup kadar besi banyak dibutuhkan dalam kandungan kadar maupun mineral, sehingga dengan adanya besi di alam makhluk hidup sangat terbantu

kebutuhannya. Maka dari itu diperlukannya.

Dengan berdasarkan dari kedua dalil tersebut maka perlu adanya pembuatan alat penelitian yang relevan untuk analisis kadar besi seperti rancang bangun KIT untuk analisis kada Fe berbasis Arduino UNO, yang mana dari rancang bangun ini dapat menghasilkan hasil analisis yang di tampilkan dalam paket perangkat lunak. Sehingga dihasilkan perangkat Kit yang dapat menganalisis FeCl_3 dengan kesalahan analisis 0,1

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Rancang bangun Kit Portabel Absorbansi senyawa FeCl_3 dengan fenantrolin menggunakan Lampu LED berwarna hijau sebagai sumber cahaya yang cocok dengan panjang gelombang 510 nm, dan sensor LDR sebagai sensor penangkap cahaya dan ADC sebagai pengubah nilai tangkap cahaya sensor LDR menjadi nilai tegangan. Sedangkan penggunaan software Arduino IDE, Delphi 7.0, dan dihubungkan dengan serial Comport 7.0.
2. Hasil dari analisis membuktikan bahwa memiliki nilai akurasi sebesar 0,1 %, namun nilai kepekaan lebih kecil 20 kali dari Instrumen Spektrofotometer Visibel. Dari analisis yang didapat apabila semakin besar nilai konsentrasi maka akan semakin besar pula hasil Absorbansinya. Sedangkan untuk nilai Uji Batas Deteksi LoD diperoleh nilai 2,348 ppm, sedangkan dari hasil LoQ (batas kuitansi) menunjukkan nilai 8,12 ppm.

5.2 Saran

Dari hasil uji coba terhadap KIT Portable dapat disimpulkan bahwa perlu adanya saran yang dapat digunakan untuk pengembangan KIT Portable berbasis Arduino UNO. Serta perlu adanya penelitian lanjutan dengan pemilihan sensor dan LED yang lebih peka terhadap konsentrasi kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- A.H. Rifa'i, D.C.Riawan, and H. Suryoatmojo, "Desain dan Implementasi Konverter DC-DC Rasio Tinggi Berbasis Integrated Quadratic Boost Zeta untuk Aplikasi Photovoltaic," J.Tek. ITS, vol. 5,no.2,2019.
- Achmad R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: ANDI Yogyakarta.
- Adi, Rifki Nugroho, 2013. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Pembelian dengan Sistem Pre-Order secara Online (Studi Kasus pada Online Shop Choper Jersey)*. Skripsi UNDIP
- Adi, Rifki Nugroho, 2013. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Pembelian dengan Sistem Pre-Order secara Online (Studi Kasus pada Online Shop Choper Jersey)*. Skripsi UNDIP.
- Al Qur'anul Karim
- Alaerts G. and Santika S. S. (1987) *Metoda Penelitian Air., Usaha Nasional, Surabaya*.
- Amin A. S. and Gouda A. A. (2008) *Utility of solid-phase spectrophotometry for determination of dissolved iron(II) and iron(III) using 2,3-dichloro-6-(3-carboxy-2-hydroxy-1-naphthylazo)quinoxaline*. *Talanta* 76, 1241–1245.
- American Water Works Association, *Water Environment Federation, Washington, Denver, Alexandria*. Andriay, Siting Yeni, 2021. *Alat Pemeriksa Tekstur Kualitas Telur Menggunakan Led Dan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler*
- Andriani, S.Y. 2021. *Misconceptions and troublesome knowledge on chemical equilibrium*. *Phys.: Conf. Ser.* 1806 012184
- Anggraeny D. (2005) *Pengaruh Cu(II) dalam Penentuan Fe pada pH 4,5 dan pH 8,0 dengan Pengompleks Orthofenantrolin secara Spektrofotometri UV-Vis*. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Anwar A. P. (2009) *Studi Gangguan Co Pada Analisa Besi Dengan Pengompleks 1,10-Fenantrolin Pada pH 4,5 Secara Spektrofotometri UV-Vis*. Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ari Elbath Z, Ilham, 2016, *Jobsheet Teknik Antarmuka*, <http://elektro.um.ac.id/wp-content/uploads/2016/04/Sistem-Antarmuka-Komputer-Jobsheet-7-Komponen-Komunikasi-Serial.pdf> diakses pada 27 Desember 2021
- Atmega328 Dengan Tampilan Android*. Skripsi USU
- Arifin dkk., (2006), *Validasi Metode Analisis Logam copper (Cu) dan Plumbum (Pb) dalam jagung Dengan cara Spektrofotometer Serapan Atom*, *Balai Penelitian Veteriner, Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila, Jakarta*
- Arifin, H., Anggraini, N., dan Rasyid, R, 2006, *Standardisasi Ekstrak Etanol Eugenia*

- cumini Merr. J. Sains Tek. Far, 11(2) Universitas Andalas.*
- Basset J. D., Jeffrey G. H. and Mendham J. (1991) *Vogel's Textbook of Quantitative Inorganic.*, Longman Group UK Limited, London.
- Basset J. dan Mendham. 1994. *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik.* Jakarta : Buku kedokteran EGC.
- Behera, Siladitya., Ghanty, Subhajit., Ahmad, Fahad., Santra, Saayak., and Banerjee, Sritoma., (2012), *UVVisible Spectrophotometric Method Development and Validation of Assay of Paracetamol Tablet Formulation*, Journal of Analytical and Bioanalytical Techniques, Vol. 3 p. 1-6
- Bishop, Owen. 2004. *Dasar Dasar Elektronika.* Jakarta : Erlangga
- Burgess C. (2000) *Valid Analytical Methods and Procedures.*, The Royal Society of Chemistry, UK.
- Cable, M., 2005. *Calibration: A Technician's Guide. United States of America: ISA- The Instrumentation, System, and Automation Society.*
- Cairns D. 2009. *Essentials of Pharmaceutical Chemistry Second Edition (Intisari Kimia Farmasi Edisi Kedua).* Penerjemah: Puspita Rini. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Canham, G.R & Overton, T. 2003. *Descriptive Inorganic Chemistry*, 3rd ed. New York: WH, Freeman and Company
- Chakti, G. (2019). *The Book of Digital Marketing.* Makassar: Celebes Media Perkasa.
- Chelucci et al., (2007), *Tetrahedron*, 335
- Cotton and Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar Cetakan Pertama.* Jakarta: UI-Press
- Dey, dkk., (2010), *Development and Validation of a UV-Vis Spectrophotometric Method for The Estimation and degradation Monitoring of Cefadroxil In Bulk and Pharmaceutical Dosage Forms*, International Journal of Chemistry Research, Vol. 1
- Djuandi, Feri, 2011. *Pengenalan Arduino.* Jakarta: Penerbit Elexmedia.
- Eaton, A.D. and Franson, M.A.H. (2005) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association,*
- Effendy. 2007. *Kimia Koordinasi First Edition.* Malang: Bayumedia.
- Effendy. 2007. *Kimia Koordinasi Jilid 1.* Malang, Jurusan Kimia Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Englewood Cliffs. New Jersey.
- Gandjar, I. G. dan Rohman, A., 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Ghozali, A, 2017. *Warna dalam Islam*, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
- Hadi, A., 2018. *Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan*

- Laboratorium Kalibrasi ISO/IEC 17025: 2017*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardjono Sastrohamidjojo. (1991). *Spektroskopi edisi 2*. Yogyakarta: Liberty
- Hardjono Sastrohamidjojo. (2007). *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Hariyanto, Didik. 2013. *Analog to Digital Converter*. Universitas Negeri Yogyakarta Yogyakarta. Diunduh 24 September 2021
<http://nurlaelamarsal.blogspot.com/2016/06/makalah-lengkap-pembuatan-powersupply.html> Diakses Pada 18 September 2021
<https://mechatronicscrew.wordpress.com/praktikum/praktikummekatronika/mikrokontroler> highly selective colorimetric probe for fast and sensitive detection of hypochlorite in absolute aqueous solution”, *Sensor and Actuators B: Chemical*, vol.191, 473-478.
- Harmita, 2004, *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3): 117-135
- Harvey, David. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. New York: McGraw-Hill Comp
- Hidayati, N., (2010), *Penentuan Panjang Gelombang, Kurva Kalibrasi dan Uji Presisi Terhadap Senyawa Kompleks Fe(II)-fenantrolin*, *Mulawarman Scientific*, Vol. 9, No. 2
- ICH, 2005. *Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2 (R1)*, *International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use*.
- Ihsan, Bachtiar Rifai Pratita, Putri Aulia Rahmani, dan Alvan Febrian Shalas. 2019. “Validasi Metode KLT-Densitometri untuk Analisis Kuersetin dalam Ekstrak dan Produk Jamu yang Mengandung Daun Jambu Biji (*Psidium Duajava L.*). *Pharmaceutical Journal of Indonesia* 2019 5(1): 45–51.
- Immerse Lab. 2014. “Pengenalan Mikrokontroler”. Immerse: <http://www.immersalab.com/pengenalan-mikrokontroler.htm> (2021).
- Indrayanto, G., dan Yuwono, M., 2005. *Validation of Chromatographic Methodes of Analysis. Profiles of Drugs Substances, Excipients and Related Methodology*, Volume 32.
- Kacaribu K. 2008. *Kandungan Kadar Seng (Zn) dan Besi (Fe) dalam Air Minum dari Depo Air Minum Isi Ulang Air Pegunungan Sibolangit di Kota Medan. Sumatra Utara*. Thesis. Program Study Ilmu Kimia pada Pascasarjana. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Kani dkk, 2010, *Pemograman Database Menggunakan Delphi : Delphi Win32 dan MySQL 5.0 dengan Optimalisasi komponen ZeosDBO*.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta : Universitas Indonesia
- Leksono, Jati Widyo, dkk. 2019. *Modul Belajar Arduino Uno*. Jombang: Universitas

Hasyim Asy'ari

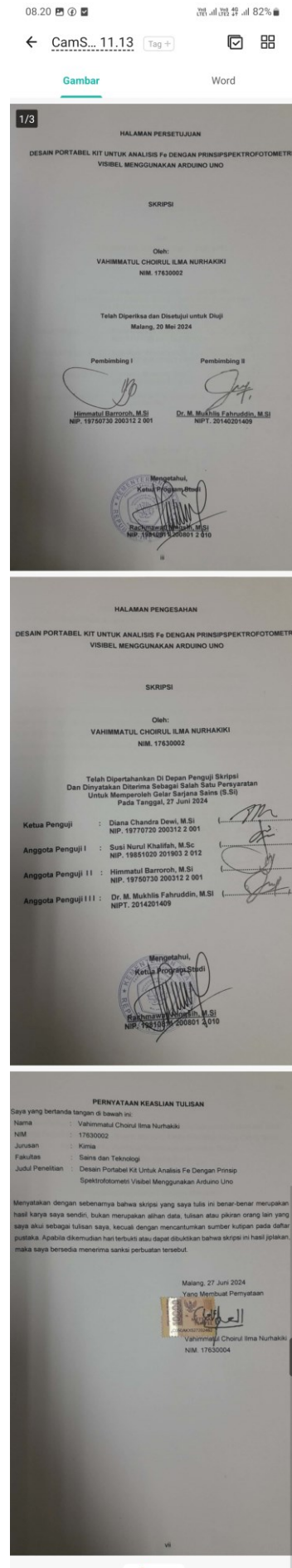
- Malik, A. K., (2000), *Direct Spectrophotometric Determination of Ferbam Iron (III) Dymethyldithiocarbamat in Commercial Sample and Wheat Grains after Extraction of its Bathophenantroline Tetraphenilborate Complex into Molten Naphtalen*, Journal of agricultural and Food Chemistry, Vol. 48, no. 10, pp 4044-4047
- Mechatronicscrew. 2014. *Pengantar Mikrokontroler*
- Miessler, G. L. and A. D. Tarr. 1991. *Inorganic Chemistry*. Prentice Hall.
- Miller J. C. and Miller J. N. (1991) Statistik untuk Kimia Analitik. edisi kedua., Penerbit ITB, Bandung.
- Nurlaila, N., & Hamdu, G. (2016). Pengembangan Media Mock-Up Pada Model pembelajaran Latihan Penelitian Di Sekolah Dasar. PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar, 3(1), 85– 93.
- Othmer, K., (1978), *Encyclopedia of Chemical Technology*, thirth edition, volume 13, John Willey & Sons Inc, New York
- Owen, Tony. (1996). *Fundamental of Uv-Visible Spectroscopy*. Germany: Hewlett Packard Company.
- Pandu Perkasa, Y, 2021, *Sistem Monitoring Biaya Listrik Dan Pengendali Otomatis Peralatan Elektronik Smart Power Outlet Berbasis Android Dengan Metode Finite State Machine Dan Rule Based*, Skripsi USU
- Purnomo, 2017, *Model Prototyping pada Pengembangan Sistem*. Informasi, Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan, Vol. 2 No. 2, halaman. 54-61,
- Rifki, A.A., (2013), *Pengaruh Penambahan Al³⁺ dalam Penentuan Analisa Fe²⁺ pada pH 4,5 dengan Pengompleks 1,10- Fenantrolin Secara Spektrofometri Sinar Tampak, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*
- Rivai, H., (1995). *Asas Pemeriksaan Kimia*. UI-Press: Jakarta
- Riyanto. (2002). *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai Dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Yogyakarta : Deepublish.
- Sachari, Agus, & Yanyan S, 2001, *Tinjauan Historis Desain dan Kesenirupaan Indonesia dal*
- Sastrohamidjojo H, 2007. *Spektroskopi*. Gadjah mada University Press, Yogyakarta
- Sastrohamidjojo H. (1991) *Spektroskopi.*, Liberty, Yogyakarta.
- Shihab, M. Quraish. 2005. *Tafsir Al-Misbah Volume 11*. Jakarta. Lentera Hati Sugeng, Jitowiyono dan Weni Kristiyanasari. 2010. *Asuhan Keperawatan Post* Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Skoog D. A., West D. M. and Crouch S. R. (2002) *Analytical Chemistry: An Introduction*. Seventh Edition., Mc. Graw Hill, New York.

- Sugiarto K. H. and Suyanti R. D. (2010) *Kimia Anorganik Logam.*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Sukardjo P. D. (1992) *Kimia Koordinasi.*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Sukardjo., (1990), *Kimia anorganik*, edisi kedua, penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Svehla G. (1979) *Vogel's Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis*. Fifth Edition., Longman Inc, New York. *am Wacana Transformasi Budaya*, Penerbit ITB, Bandung.
- Tesfaldet, , dkk. (2004) *Sequential Injection Spectrophotometric Determination of Iron Multivitamin Preparations Using 1,1 Fenantrolin as Complexing Agent*, Department of Chemistry, University of Pretoria 002, South Africa *Talanta* 64 (2004) 1189-1195
- Thayyarah, Nadiah. 2013. *Buku Pintar Sains Dalam Al Qur'an*, Pustaka Zaman. Institusi : Dinas Kearsiapan
- Torowati, Galuh, 2014. *Penentuan limit Deteksi dan Kuantisasi Alat Titrasi Potensiometri Untuk Analisis Uranium*, .No. 13 Tahun 2014 ISSN 19779-2409
- Underwood A. L. (1990) *Analisa Kimia Kuantitatif*. 4th ed., Erlangga, Jakarta.
- Wahyudi dan Subandu. *Sistem Informasi Manajemen* (Yogyakarta : Gajah mada. University Press, 1996) hal 9
- Wardani, L.A., 2012, *Validasi Metode Analisis dan Penentuan Kadar Vitamin C pada Minuman Buah Kemasan dengan Spektrofotometri UV-Vis*, FMIPA-UI, Jakarta
- Wayan Admadi B., Arnata, dan I. 2020. *Modul statistika*. 1–37
- Winarno F. G. (1997) *Kimia Pangan dan Gizi.*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Zain, Aswar. 2013. *Strategi Belajar*. Jakarta: PT. Rineka Cipta. Fathurrohman
- Zhu, dkk. (2014). *Recent Progress in Developing Advanced Membranes for Emulsified oil/Water Separation*. NPG Asia Mater, hal 1

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis merupakan jenis penelitian kuantitatif yang mana penulis menganalisis hasil data berupa nilai (angka). Proses analisis dilakukan dengan melakukan perancangan terlebih dahulu, proses rancangan dibagi menjadi 2 proses besar, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras menggunakan prototype Mikrokontroler Arduino dengan sensor LED sebagai pemancar cahaya dan sensor



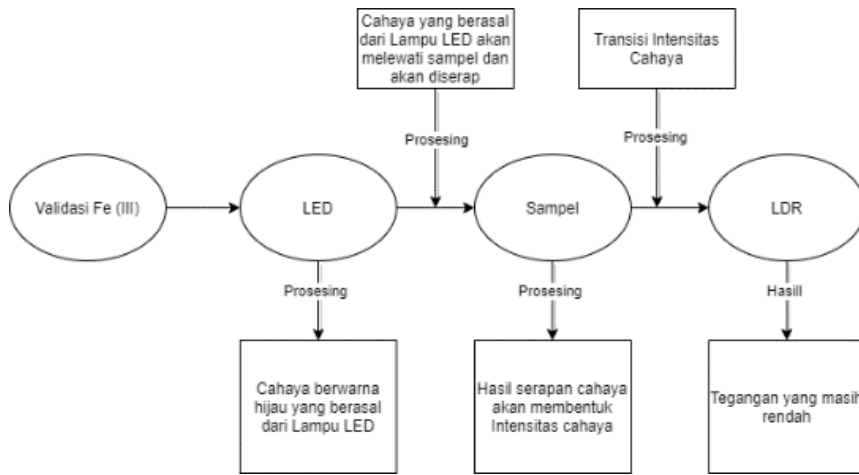
LDR sebagai penangkap hasil gelombang yang dihasilkan.

Sedangkan perancangan perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrogramana Arduino IDE dan bahasa pemrograman Delphi, yang mana bahasa pemrograman Arduino IDE dan Delphi dihubungkan dengan Comort. Proses analisis ini akan melibatkan sampel sebagai obyek analisis, adapun sampel nya adalah dari larutan FeCl_3 dan Fenantroline. Larutan yang telah dibuat lalu dinalisis dengan alat tersebut dengan prinsip spektrofotometer *vis* (sinar tampak) dengan panjang gelombang 501 nm-510 nm. Proses analisis dilakukan dengan spektrofotometer dengan penyerapan sumber cahaya dari sensor LED yang sudah terarah nilai lamdanya. Rancang bangun (KIT) yang sudah terprogram selanjutnya akan dikalibrasi dengan larutan FeCl_3 yang telah diuji pada alat validasi Spektrofotometer *Vis*, maka akan diketahui hasil data yang tertampil pada layar monitor PC.

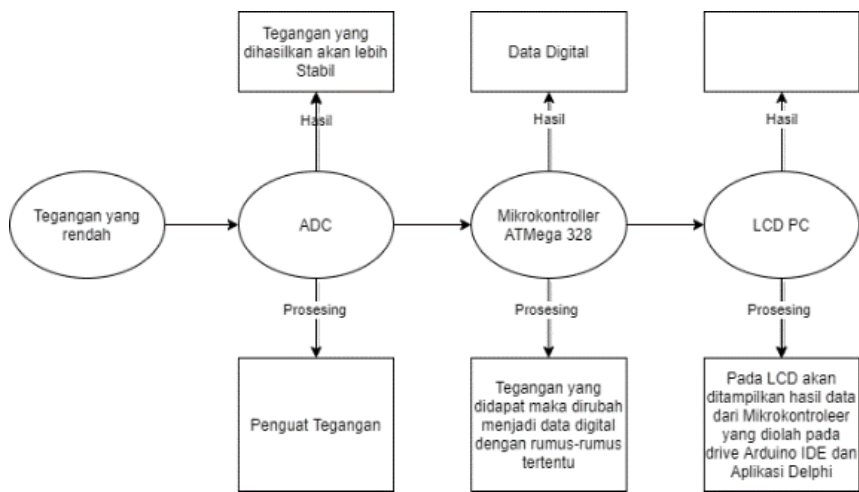
Tahap selanjutnya adalah uji linieritas alat dengan mengencerkan 100 ppm larutan induk FeCl_3 menjadi larutan standart dengan konsentrasi yang bervariasi. Dari data yang dihasilkan maka dicari hubungan antara konsentrasi dengan hasil absorbansi yang didapat, jika sudah selesai maka tahap selanjutnya adalah perhitungan nilai LoD & LoQ dengan mencari hubungan antara konsentrasi dengan hasil nilai Absorbansi.

Lampiran 2. Diagram Alir Sistem

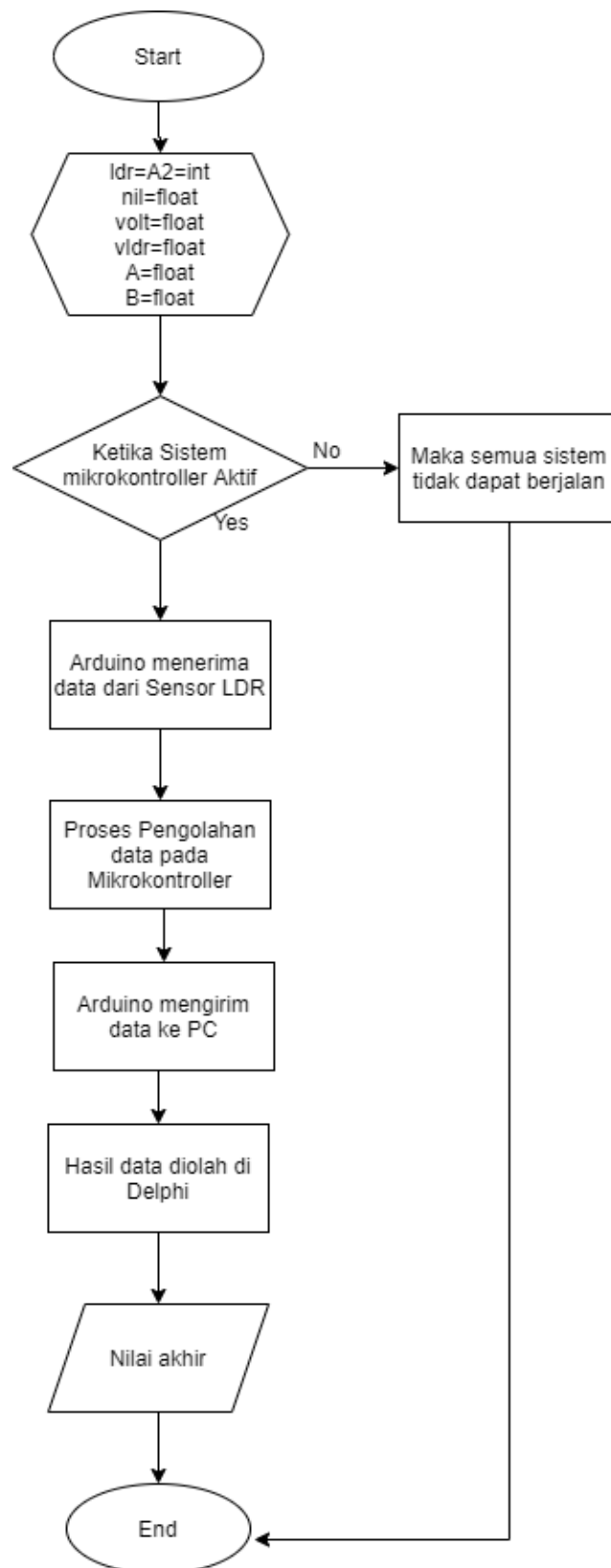
1. Diagram alir Sistem Mekanik



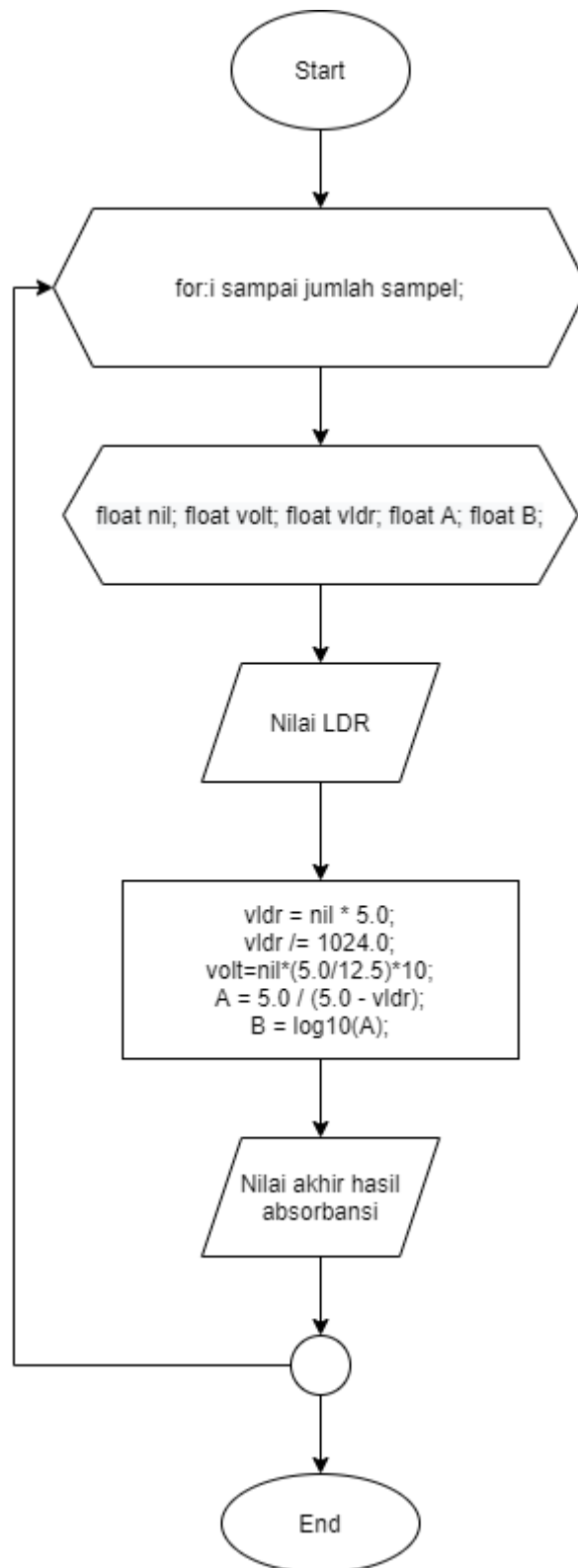
2. Diagram alir Sistem Elektronik



1 Flowchart Sistem

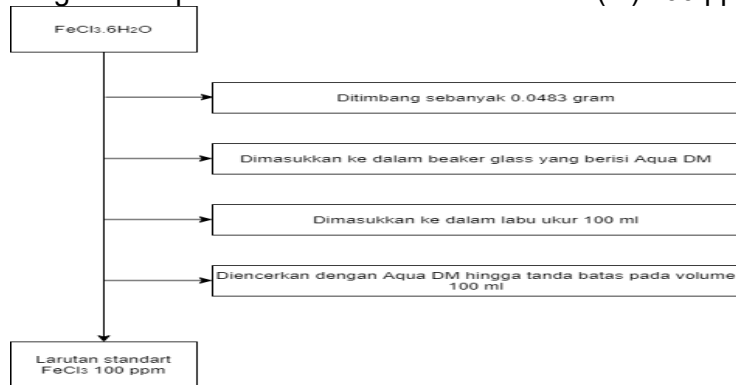


2 Flowchart Mikrokontroler

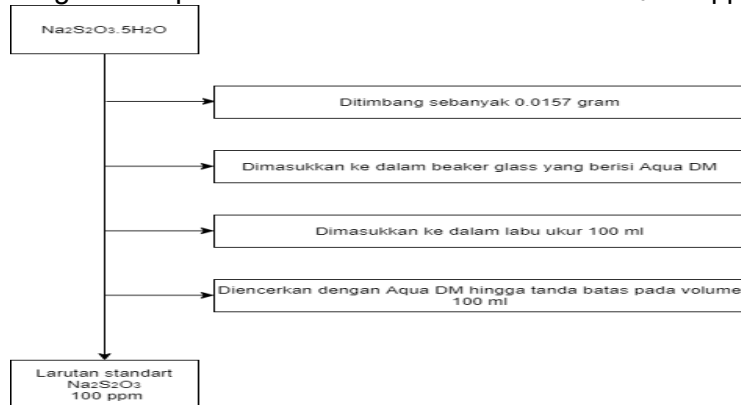


Lampiran 4. Diagram Alir Pembuatan Larutan

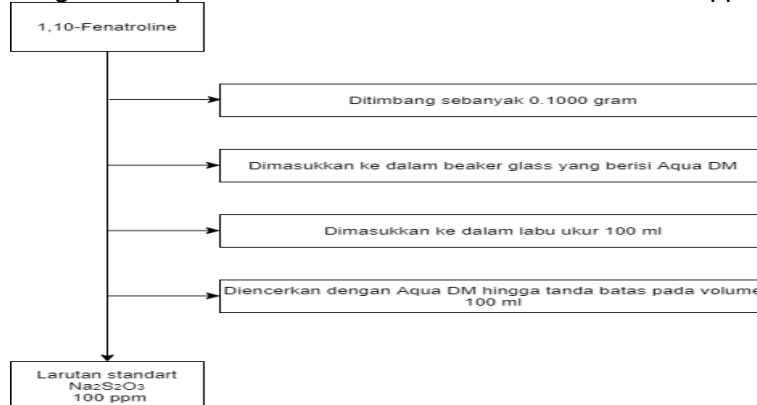
1. Diagram alir pembuatan larutan Standar besi (III) 100 ppm



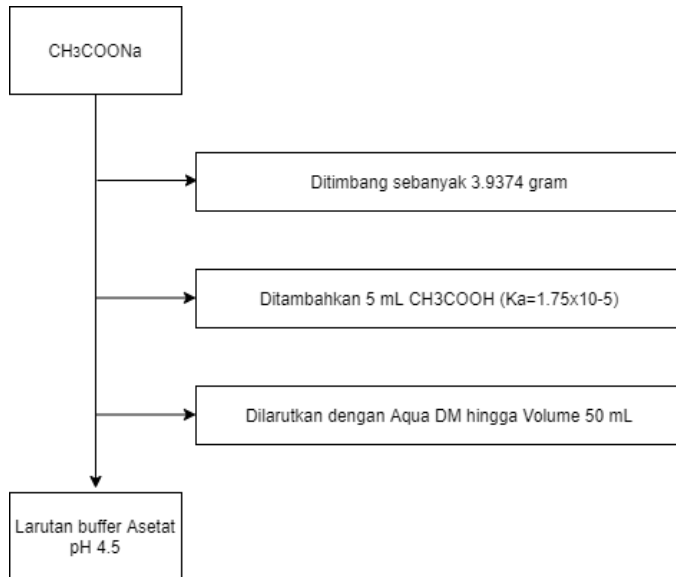
2. Diagram alir pembuatan larutan Standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 100 ppm



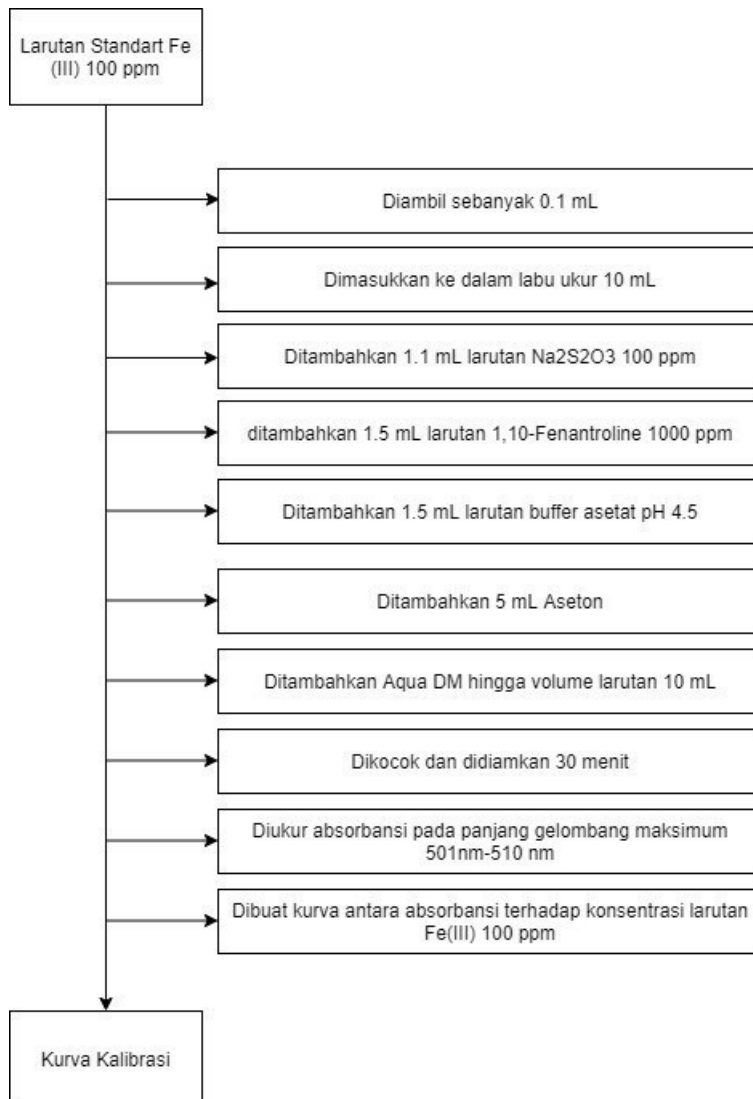
3. Diagram alir pembuatan larutan 1,10-fenatroline 1000 ppm



4. Diagram alir pembuatan larutan Buffer Asetat pH 4.5



5. Pembuatan Kurva Kalibrasi



Lampiran 5. Perhitungan

1. Perhitungan Larutan

a. Pembuatan Larutan Fe (III) dalam 100 ppm

$$\begin{aligned} 100 \text{ ppm} &= 100 \text{ mg/L} \\ &= 100 \text{ mg} / 1000 \text{ mL} \\ &= 10 \text{ mg} / 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\frac{Ar \text{ Fe}}{Mr \text{ FeCl}_3} = \frac{Massa \text{ Fe}}{Massa \text{ FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}$$

$$\frac{56 \text{ gr/mol}}{270,5 \text{ gr/mol}} = \frac{10 \text{ mg}}{Massa \text{ FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}}$$

$$Massa \text{ FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 48,304 \text{ mg}$$

$$Massa \text{ FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 0,483 \text{ gr}$$

Jadi massa $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dalam pembuatan 100 ppm maka membutuhkan 0,483 gram dalam 100 mL.

b. Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

$$\begin{aligned} 100 \text{ ppm} &= 100 \text{ mg/L} \\ &= 100 \text{ mg} / 1000 \text{ mL} \\ &= 10 \text{ mg} / 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\frac{Ar \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{Mr \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{Massa \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{Massa \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$$

$$\frac{158 \text{ gr/mol}}{248 \text{ gr/mol}} = \frac{10 \text{ mg}}{Massa \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$$

$$Massa \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 15,692 \text{ mg}$$

$$Massa \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0,0157 \text{ gr}$$

Jadi massa $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan dalam pembuatan 100 ppm maka membutuhkan 0,0157 gram dalam 100 mL.

Dalam $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 11 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 11 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = 1,1 \text{ mL}$$

c. Pembuatan 1,10-Phenantrolin 1000 ppm

Perhitungan untuk pembuatan larutan pengompleks 1,10-Phenantrolin 1000 ppm

$$\begin{aligned} 1000 \text{ ppm} &= 1000 \text{ mg/L} \\ &= 1000 \text{ mg} / 1000 \text{ mL} \\ &= 100 \text{ mg} / 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$= 0,1 \text{ gr} / 100 \text{ mL}$$

Jadi massa 1,10-Phenantrolin yang dilarutkan dalam pembuatan 1000 ppm maka membutuhkan 0,1 gram dalam 100 mL.

d. Pembuatan larutan Buffer Asetat pH 4,5

$$\begin{aligned} 100 \% \text{ CH}_3\text{COOH} &= 100/100 \times \rho \text{ CH}_3\text{COOH} \\ &= 100/100 \times 1,049 \text{ kg/L} \\ &= 1,049 \text{ kg/L} \\ &= 1049 \text{ gr/L} \end{aligned}$$

Maka dari nilai tersebut dapat dikonversikan kedalam molaritas CH_3COOH

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOH}] &= \frac{1049 \text{ gr/L}}{60,0520 \text{ gr/mol}} \\ &= 17,4682 \text{ mol/L} \\ &= 17,4682 \text{ M} \end{aligned}$$

Dalam 50 ml larutan molaritas CH_3COOH menjadi:

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ 5 \text{ mL} \times 17,4682 \text{ M} &= 50 \text{ mL} \times M_2 \\ M_2 &= 1,747 \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n[\text{CH}_3\text{COOH}] &= [\text{CH}_3\text{COOH}] \times L \\ &= 1,747 \text{ M} \times 0,05 \text{ L} \\ &= 0,087 \text{ mol} \end{aligned}$$

Maka untuk membuat garam CH_3COOHNa yang dibutuhkan dalam pembuatan buffer asetat 4,5 adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= K_a (n_{\text{asam}} / n_{\text{garam}}) \\ 10^{-4,5} &= (1,75 \times 10^{-5}) (0,087 / n_{\text{garam}}) \\ n_{\text{garam}} &= 0,048 \text{ mol CH}_3\text{COOHNa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa CH}_3\text{COOHNa Anhidrat} &= M_r \times n \text{ CH}_3\text{COOHNa} \\ &= 82,03 \text{ gr/mol} \times 0,048 \text{ mol} \\ &= 3,9374 \text{ gr CH}_3\text{COOHNa} \end{aligned}$$

Jadi massa garam CH_3COOHNa anhidrat yang digunakan dalam pembuatan buffer asetat 4,5 kedalam 50 mL larutan asam asetat adalah 3,9374 gr.

2. Perhitungan Manual Kit

Konsentrasi FeCl ₃ Ppm	LDR	Tegangan (v)	Absorbansi
Blanko 0	0	0	0
0,2	0,0137	0,0687	0,00601
0,4	0,0159	0,079	0,0069
0,6	0,0194	0,097	0,0081
0,8	0,02075	0,1037	0,0091
1	0,0236	0,118	0,0103
5	0,077	0,385	0,0350
10	0,1258	0,629	0,0584
15	0,1783	0,8915	0,0852
20	0,219	1,095	0,1074
25	0,271	1,375	0,1375

$$vldr = LDR \times 5,0$$

$$A = \frac{5,0}{5,0 - vldr}$$

$$Abs = \log A$$

0,2 ppm

$$\begin{aligned} vldr &= LDR \times 5,0 \\ &= 0,0137 \times 5,0 \\ &= 0,0687 \text{ v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{5,0}{5,0 - vldr} \\ &= \frac{5,0}{5,0 - 0,0687} \\ &= \frac{5,0}{4,9313} \\ &= 1,0139 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Abs &= \log A \\ &= \log 1,0139 \\ &= 0,00601 \end{aligned}$$

5 ppm

$$\begin{aligned} vldr &= LDR \times 5,0 \\ &= 0,077 \times 5,0 \\ &= 0,385 \text{ v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{5,0}{5,0 - vldr} \\ &= \frac{5,0}{5,0 - 0,385} \\ &= \frac{5,0}{4,615} \\ &= 1,084 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Abs &= \log A \\ &= \log 1,084 \\ &= 0,0350 \end{aligned}$$

0,4 ppm

$$\begin{aligned} vldr &= LDR \times 5,0 \\ &= 0,0159 \times 5,0 \\ &= 0,079 \text{ v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{5,0}{5,0 - vldr} \\ &= \frac{5,0}{5,0 - 0,079} \\ &= \frac{5,0}{4,921} \\ &= 1,01605 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Abs &= \log A \\ &= \log 1,01605 \\ &= 0,0069 \end{aligned}$$

10 ppm

$$\begin{aligned} vldr &= LDR \times 5,0 \\ &= 0,1258 \times 5,0 \\ &= 0,629 \text{ v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{5,0}{5,0 - vldr} \\ &= \frac{5,0}{5,0 - 0,629} \\ &= \frac{5,0}{4,371} \\ &= 1,143 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Abs &= \log A \\ &= \log 1,143 \\ &= 0,0584 \end{aligned}$$

0,6 ppm

$$vldr = LDR \times 5,0$$

15 ppm

$$vldr = LDR \times 5,0$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,0194 \times 5,0 \\
 &= 0,097 \text{ v} \\
 A &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - vldr}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - 0,097}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{4,903} \\
 &= 1,0197 \\
 \text{Abs} &= \log A \\
 &= \log 1,0197 \\
 &= 0,0081
 \end{aligned}$$

0,8 ppm

$$\begin{aligned}
 vldr &= LDR \times 5,0 \\
 &= 0,02075 \times 5,0 \\
 &= 0,1037 \text{ v} \\
 A &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - vldr}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - 0,1037}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{4,8963} \\
 &= 1,02117926 \\
 \text{Abs} &= \log A \\
 &= \log 1,0211 \\
 &= 0,0091
 \end{aligned}$$

1 ppm

$$\begin{aligned}
 vldr &= LDR \times 5,0 \\
 &= 0,0236 \times 5,0 \\
 &= 0,118 \text{ v} \\
 A &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - vldr}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - 0,118}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{4,882} \\
 &= 1,01605 \\
 \text{Abs} &= \log A \\
 &= \log 1,01605 \\
 &= 0,0103
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,1783 \times 5,0 \\
 &= 0,8915 \text{ v} \\
 A &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - vldr}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - 0,8915}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{4,1085} \\
 &= 1,2168 \\
 \text{Abs} &= \log A \\
 &= \log 1,215 \\
 &= 0,0852
 \end{aligned}$$

20 ppm

$$\begin{aligned}
 vldr &= LDR \times 5,0 \\
 &= 0,219 \times 5,0 \\
 &= 1,095 \text{ v} \\
 A &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - vldr}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - 1,095}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{3,905} \\
 &= 1,2806 \\
 \text{Abs} &= \log A \\
 &= \log 1,2806 \\
 &= 0,1074
 \end{aligned}$$

25 ppm

$$\begin{aligned}
 vldr &= LDR \times 5,0 \\
 &= 0,271 \times 5,0 \\
 &= 1,355 \text{ v} \\
 A &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - vldr}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{\frac{5,0 - 1,355}{5,0}} \\
 &= \frac{5,0}{3,645} \\
 &= 1,3717 \\
 \text{Abs} &= \log A \\
 &= \log 1,3717 \\
 &= 0,1375
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Manual Statistik Linieritas

a. Tabel data Uji Linieritas Konsentrasi Absorbansi

Ppm (x)		X'	Y'	Y*x
0	0	0	0	0
0,2	0,00601	0,04	$3,61 \times 10^{-5}$	0,0012
0,4	0,0069	0,16	$4,76 \times 10^{-5}$	0,0027
0,6	0,0081	0,36	$6,56 \times 10^{-5}$	0,0043
0,8	0,0091	0,64	$8,28 \times 10^{-5}$	0,0064
1	0,0103	1	$1,06 \times 10^{-4}$	0,0001
5	0,035	25	$1,22 \times 10^{-3}$	0,197
10	0,0584	100	$3,4 \times 10^{-3}$	0,584
15	0,0852	225	$7,2 \times 10^{-3}$	1,278
20	0,1074	400	$1,15 \times 10^{-2}$	2,148
25	0,1375	625	$1,89 \times 10^{-2}$	3,4375
78	0,46391	1377,2	$4,248 \times 10^{-2}$	7,6387

Perhitungan Manual

$$\begin{aligned}\text{Akurasi} &= \frac{0,117-0105}{0,117} \times 100\% \\ &= 0, 1\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan Slope} &= \frac{\text{Slope ABSorbansi Instrumen}}{\text{Slope Absorbansi Kit}} \\ &= \frac{0,0995}{0,0049} \\ &= 20, 3 = 20 \text{ kali lipat}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Slope } b &= \frac{n(\sum y'x') - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x') - (\sum x)^2} \\ &= \frac{11(7,6387) - (78)(0,46391)}{11(1377,2) - (78)^2} \\ &= \frac{84.0257 - 36.18498}{15149,2 - 6084} \\ &= \frac{47,84072}{9065,2} \\ &= 0,0052774037 \approx 0,0053\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Intersep } a &= \hat{y} - b\hat{x} \\ &= 0,04217 - (0,0053) \times 7,09 \\ &= 0,0047\end{aligned}$$

Perhitungan manual Koefisien Korelasi (r)

$$\begin{aligned}\text{Koefisien Korelasi} &= \frac{11(7,6387) - (78)(0,46391)}{\sqrt{[11(1377,2) - (78)^2][11(0,04248) - (0,46391)^2]}} \\ &= 0,9979\end{aligned}$$

Perhitungan manual % RSD

$$\begin{aligned}\text{Proses Relatif Standar Deviasi SD} &= \sqrt{\frac{\sum(\hat{y} - \hat{y}')^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,170570322}{11-1}} \\ &= \sqrt{0,0170570322} \\ &= 0,130602573 \approx 0,1306\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\%RSD &= \frac{SD}{\hat{x}} \times 100\% \\ &= \frac{0,1306}{7,09} \times 100\% \\ &= 1,84 \%\end{aligned}$$

Uji LoD & LoQ

Pembuatan tabel data Uji LoD & LoQ

Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	Y1	y-y1	(y-y1) ²
Blanko	0		0	0
0,2	0,00601	00588	0,00021	4,41 x 10 ⁻⁸
0,4	0,0069	00696	-0,00006	3,6 x 10 ⁻⁹
0,6	0,0081	00804	0,00006	3,6 x 10 ⁻⁹
0,8	0,0091	00912	-0,00002	4 x 10 ⁻¹⁰
1	0,0103	0102	-0,0917	8,4 x 10 ⁻³
			Σ	0,00026
			SD	0,00439
			LoD	2,438
			LoQ	8.129

Persamaan Kurva LoD & LoQ ($y = 0,0054x + 0,004$)

$$\begin{aligned}
 \text{Larutan 0,2 ppm} &= 0,0054 (0,2) + 0,0048 \\
 &= 0,00588 \\
 y-y' &= 0,00601 - 0,00588 \\
 &= 0,00013 \\
 [y-y']^2 &= (0,00013)^2 \\
 &= 1,69 \times 10^{-8}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Larutan 0,4 ppm} &= 0,0054 (0,4) + 0,0048 \\
 &= 0,00696 \\
 y-y' &= 0,0069 - 0,00696 \\
 &= -0,00006 \\
 [y-y']^2 &= (-0,00006)^2 \\
 &= 3,6 \times 10^{-9}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Larutan 0,6 ppm} &= 0,0054 (0,6) + 0,0048 \\
 &= 0,00804 \\
 y-y' &= 0,0081 - 0,00804 \\
 &= 0,00006 \\
 [y-y']^2 &= (0,00006)^2 \\
 &= 3,6 \times 10^{-9}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Larutan 0,8 ppm} &= 0,0054 (0,8) + 0,0048 \\
 &= 0,00912 \\
 y-y' &= 0,0091 - 0,00912 \\
 &= -0,00002 \\
 [y-y']^2 &= (-0,00002)^2 \\
 &= 0,000000004 (4 \times 10^{-10})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Larutan 1 ppm} &= 0,0054 (1) + 0,0048 \\
 &= 0,102 \\
 y-y' &= 0,0103 - 0,102 \\
 &= -0,0917 \\
 [y-y']^2 &= (-0,0917)^2 \\
 &= 0,0084 (8,4 \times 10^{-3})
 \end{aligned}$$

Perhitungan Nilai LoD & LoQ

$$SD = 0,00439$$

$$\begin{aligned}
 \text{LoD} &= \frac{3 \times SD}{\text{Slope } b} \\
 &= \frac{3 \times 0,00439}{0,0054} \\
 &= \frac{0,01317}{0,0054} \\
 &= 2,438 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LoQ} &= \frac{10 \times SD}{\text{Slope } b} \\
 &= \frac{10 \times 0,00439}{0,0054} \\
 &= \frac{0,0439}{0,0054} \\
 &= 8,129 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

**LEMBAR IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RESIKO
KEGIATAN PRAKTIKUM MAHASISWA**

JURUSAN KIMIA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		IDENTIFIKASI BAHAYA DAN PENILAIAN RESIKO		PENELITIAN	
				Jumlah Halaman: 2	
JUDUL PENELITIAN : <i>DESIGN PORTABLE KIT</i> ANALISIS Fe DENGAN PRINSIP SPEKTROFOTOMETRI VIS MENGGUNAKAN ARDUINO UNO					
No.	Tahapan Kerja Penelitian	Potensi Bahaya	Upaya Pengendalian	Level	
				Resiko (R)	Peluang (P)
1.	Pembuatan Larutan FeCl ₃	Pembuatan FeCl ₃ memiliki potensi bahaya seperti iritasi. Apabila mata terpapar FeCl ₃ maka akan menyebabkan iritasi pada mata.	Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit.	√	
		Iritasi pada kulit	Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit, apabila lebih serius maka oleskan salep antibiotik.	√	
		Tertelan	Apabila tertelan maka segera muntahkan paksa dan segera mengonsumsi penetral, apabila mengalami gejala yang		√

			lebih serius maka hubungi pihak medis.		
2.	Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Pembuatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ memiliki potensi bahaya seperti iritasi. Apabila mata terpapar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ maka akan menyebabkan iritasi pada mata.	Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit	√	
		Iritasi pada kulit	Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit, apabila lebih serius maka oleskan salep antibiotik.	√	
		Tertelan	Apabila tertelan maka segera muntahkan paksa dan segera mengkonsumsi penetral, apabila mengalami gejala yang lebih serius maka hubungi pihak medis.		√
3.	Pembuatan larutan 1,10-Fenantrolinen	Pembuatan larutan 1,10-Fenantrolinen memiliki potensi bahaya seperti iritasi. Apabila mata terpapar 1,10-Fenantrolinen maka akan menyebabkan iritasi pada mata.	Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit	√	
		Iritasi pada kulit	Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit, apabila lebih serius maka oleskan salep antibiotik.	√	
		Tertelan	Apabila tertelan maka segera muntahkan		√

			paksa dan segera mengkonsumsi penetral, apabila mengalami gejala yang lebih serius maka hubungi pihak medis.		
Pembuatan larutan CH ₃ COONa	Pembuatan larutan CH ₃ COONa memiliki potensi bahaya seperti iritasi. Apabila mata terpapar CH ₃ COONa maka akan menyebabkan iritasi pada mata.		Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit	√	
	Iritasi pada kulit		Bilas menggunakan air bersih yang mengalir dengan hati-hati pada area yang terpapar dalam beberapa menit, apabila lebih serius maka oleskan salep antibiotik.	√	
	Tertelan		Apabila tertelan maka segera muntahkan paksa dan segera mengkonsumsi penetral, apabila mengalami gejala yang lebih serius maka hubungi pihak medis.		√