

**Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis
Arduino**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana S1 pada Prodi Teknik Elektro
Universitas Islam Sultan Agung Semarang**



OLEH:

YUDISTIRA MARSYA PUVINDRA

NIM 30601501816

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022**

**Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis
Arduino**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana S1 pada Prodi Teknik Elektro
Universitas Islam Sultan Agung Semarang**



OLEH:

YUDISTIRA MARSYA PUVINDRA

NIM 30601501816

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022**

FINAL PROJECT

Arduino Based Infusion Dose Counter

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1)
at Departement of Electrical Engineering, Faculty of Industrial
Technology, Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By:

YUDISTIRA MARSYA PUVINDRA

NIM 30601501816

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG
AGUSTUS 2022**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ALAT PENGHITUNG DOSIS TETES INFUS BERBASIS ARDUINO” ini disusun oleh:

Nama : Yudistira Marsya Puvindra
NIM : 30601501816
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Senin
Tanggal : 22 Agustus 2022

Pembimbing I

Pembimbing II


Arief Marwanto, ST., M.Eng., Ph.D
NIDN : 0626097501


Eka Nuryanto Budisusila, S.T., M.T.
NIDN : 0619107301

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro




Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN : 0607018501

06/09/22

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ALAT PENGHITUNG DOSIS TETES INFUS BERBASIS ARDUINO” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Senin
Tanggal : 22 Agustus 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan



Ir. Suryani Alifah, M.T., Ph.D
NIDN : 0625036901
Ketua



Agus Suprajitno, S.T., M.T.
NIDN : 0602047301
Penguji I



Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.
NIDN : 0607018501
Penguji II

06/09/22

06/09/22

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yudistira Marsya Puvindra

NIM : 30601501816

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“ALAT PENGHITUNG DOSIS TETES INFUS BERBASIS ARDUINO”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 22 Agustus 2022

Yang Menyatakan



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yudistira', is written over the electronic stamp.

Yudistira Marsya Puvindra

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yudistira Marsya Puvindra

NIM : 30601501816

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul **“ALAT PENGHITUNG DOSIS TETES INFUS BERBASIS ARDUINO”** dan menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan hak bebas royalti non-eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 22 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Handwritten signature of Yudistira Marsya Puvindra.

Yudistira Marsya Puvindra

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas limpahan nikmat dan rahmat-Nya, laporan tugas akhir yang berjudul Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan pembuatan laporan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Atas terselesaikannya laporan tugas akhir ini, ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya disampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Hj.Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.
3. Bapak Arief Marwanto, ST,M.Eng., Ph. D selaku Pembimbing I.
4. Bapak Eka Nuryanto Budisusila, ST, MT selaku Pembimbing II.
5. Seluruh staf pengajar dan staf administrasi Fakultas Teknologi Industri Unissula atas kerja keras dalam mengajar dan melayani selama kegiatan akademik.
6. Ibu dan Bapak dan Kakak-Kakak atas doa dan restu yang telah diberikan.
7. Rekan-rekan dari PT Tawada Healthcare dan PT Utama Sarana Medika yang telah mendukung sampai terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
8. Amilia Anggraeni, atas banyak doa dan dukungan moral yang diberikan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu yang telah membantu penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam laporan tugas akhir ini yang jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik ataupun saran yang membangun dari para pembaca.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat secara umum bagi masyarakat dan secara khusus bagi *civitas academica* Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Semarang, 21 Juli 2022

Yudistira Marsya Puvindra

ABSTRAK

Organ-organ dalam tubuh manusia sebagian besar terdiri dari unsur air. Jadi, peran air sangat besar dalam kehidupan manusia untuk bertahan hidup. Dalam beberapa kasus, komposisi cairan ini dapat berubah dan membahayakan kondisi tubuh manusia. Seperti halnya kasus perdarahan, dehidrasi, diare, luka bakar, terkena penyakit tertentu dan lain lain. Untuk mengatasi kasus-kasus tersebut diperlukan suatu terapi cairan. Terapi cairan yang paling mendasar adalah menggunakan infus set yang memanfaatkan gravitasi. Permasalahannya adalah perawat harus melihat tetesan infus dan jam pada waktu bersamaan. Dan nilai yang didapat merupakan nilai subjektif yang tidak dapat diperlihatkan dalam angka pasti. Belum lagi perubahan kecepatan tetes infus sendiri yang tidak bisa dipantau secara kontinu. Dari masalah-masalah tersebut, dibuatlah alat ukur kecepatan tetes dosis infus, yang dapat menampilkan banyaknya tetes/menit infus yang masuk, serta memberikan alarm peringatan ketika kecepatan tetes berubah drastis. Alat ini menggunakan sensor jenis *optocoupler* untuk mendeteksi tetes infus dan arduino untuk mengolahnya menjadi kecepatan tetes infus, volume dan mendeteksi perubahan kecepatan tetes infus secara signifikan dan ditampilkan 1,3-inch *OLED Display* dan *Buzzer* sebagai indikator. Penggunaan *optocoupler* sebagai sensor yang ditempatkan pada *drip chamber* dapat membaca volume tetes infus dengan akurasi 95-99% untuk infus set makro dan 94,5-97% dengan infus set mikro. Dan kecepatan membaca memiliki akurasi pembacaan kecepatan 80-100% untuk infus set makro dan 85,71-100% untuk infus set mikro. Dan untuk akurasi sensor jika dilihat dari faktor pencahayaan ruangan, dihasilkan semakin gelap ruangan atau minim gangguan cahaya lain semakin akurat. Dengan rata-rata akurasi pada kondisi 0 Lux 96,46%, 23 Lux 95,52%, 47 Lux 95,48% dan 58 Lux 94,94%.

Kata kunci : terapi cairan, tetes infus, *optocoupler*, arduino, *OLED*

ABSTRACT

The organs in the human body are mostly made up of the water element. So, the role of water is very large in human life to survival. In some cases, the composition of this fluid can change and harm the condition of the human body. Such as cases of bleeding, dehydration, diarrhea, burns, certain diseases, etc. To overcome these cases, The fluid therapy is needed. The most basic of fluid therapy is using infusion sets that utilize gravity. The problem is that nurses have to look at the drip and the clock at the same time. And the value obtained is a subjective value that cannot be shown in exact numbers. Not to mention the change in the rate of drip infusion itself which cannot be monitored continuously. Based on these problems, a prototype measuring device for measuring the rate of drip dose infusion was made, which can display the number of drops/minute of infusion that comes in, as well as provide a warning alarm when the drip rate changes drastically. This tool uses an optocoupler type sensor to detect infusion drops and an Arduino to process it into infusion drip rate, volume and detects significant changes in infusion drip rate and is displayed on a 1.3-inch OLED monitor and a Buzzer as an indicator. The use of an optocoupler as a sensor placed in the drip chamber can read the volume of infusion drops with an accuracy of 95-99% for an infusion set macro and 94.5-97% with an infusion set micro. And the speed reading has an accuracy for an infusion set macro of 80-100% and 85,71-100% for an infusion set micro. And the accuracy sensor by the lighting factor of the room, the resulting darker room or minimal interference with other light is more accurate. With an average accuracy in conditions of 0 Lux 96.46%, 23 Lux 95.52%, 47 Lux 95.48% and 58 Lux 94.94%.

Keywords : fluid therapy, infusion drops, *optocoupler*, arduino, *OLED*

DAFTAR ISI

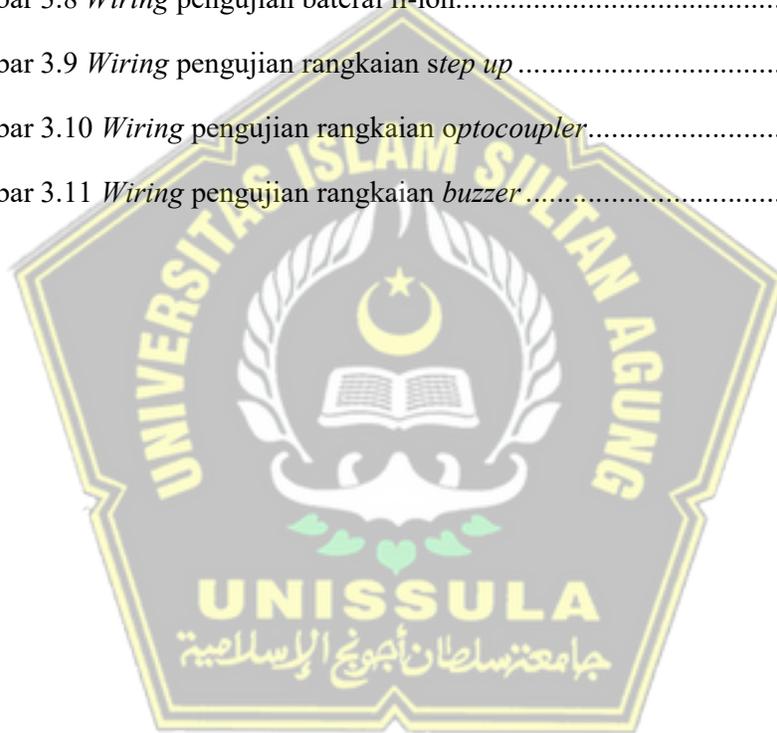
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Metode Perancangan.....	3
1.6. Manfaat.....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Penelitian Sejenis.....	6

2.2	Terapi Cairan.....	7
2.3	<i>Optocoupler</i>	15
2.4	<i>Microcontroller</i> Arduino Nano.....	17
2.5	<i>Organic Light Emitting Diode (OLED) Display</i>	18
2.6	Baterai Li-Ion.....	19
2.7	Modul J5019.....	20
BAB III PERANCANGAN		23
3.1.	Deskripsi Umum.....	23
3.2.	Prinsip Kerja Sistem.....	23
3.3.	Perancangan Model <i>Hardware</i>	24
3.4.	Arsitektur Sistem Model.....	26
3.5.	Perancangan Model <i>Software</i>	27
3.6.	Perancangan Pengujian Alat.....	32
BAB IV PENGUJIAN dan ANALISA.....		36
4.1.	Data Pengukuran Alat.....	36
4.2.	Analisis Data.....	43
BAB V PENUTUP.....		55
5.1.	Kesimpulan.....	55
5.2.	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Infusion Pump</i>	10
Gambar 2.2 <i>Syringe Pump</i>	10
Gambar 2.3 Infus Set (gravitasi)(Keperawatan, 2017)	11
Gambar 2.4 Spike Cup – Infus Set(Keperawatan, 2017).....	11
Gambar 2.5 Spike - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	11
Gambar 2.6 Dripe <i>Chamber</i> - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	12
Gambar 2.7 <i>Roller Clamp</i> - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	12
Gambar 2.8 <i>Tube</i> - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	12
Gambar 2.9 Y Injection - Infus Set(Keperawatan, 2017)	13
Gambar 2.10 Injection Site - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	13
Gambar 2.11 Connector - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	13
Gambar 2.12 Needle Hub - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	14
Gambar 2.13 Needle Cap - Infus Set(Keperawatan, 2017).....	14
Gambar 2.14 <i>Optocoupler</i> Bentuk Slot	15
Gambar 2.15 <i>Electrical Schematic</i>	16
Gambar 2.16 Arduino Nano	18
Gambar 2.17 Konfigurasi pin arduino nano.....	18
Gambar 2.18 <i>OLED Display</i>	19
Gambar 2.19 Baterai Li-ion	20
Gambar 2.20 Modul J5019 Li-Ion <i>Charger with Step Up Module</i>	22
Gambar 2.21 Bagian pada <i>hardware</i> modul J5019	22
Gambar 3.1 Blok diagram alat.....	24

Gambar 3. 2 <i>Wiring</i> diagram alat.....	26
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Alat	28
Gambar 3.4 Koneksi arduino nano dengan laptop	29
Gambar 3.5 Pemilihan jenis <i>board</i> arduino yang dihubungkan ke laptop.....	30
Gambar 3.6 Tampilan program Arduino IDE 1.8.8.....	30
Gambar 3.7 Contoh kode program yang telah dituliskan di <i>text editor</i>	31
Gambar 3.8 <i>Wiring</i> pengujian baterai li-ion.....	32
Gambar 3.9 <i>Wiring</i> pengujian rangkaian <i>step up</i>	33
Gambar 3.10 <i>Wiring</i> pengujian rangkaian <i>optocoupler</i>	34
Gambar 3.11 <i>Wiring</i> pengujian rangkaian <i>buzzer</i>	34



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil pengukuran baterai li-ion.....	36
Tabel 4.2 Hasil pengukuran rangkaian <i>step up</i>	37
Tabel 4.3 Hasil pengukuran rangkaian <i>optocoupler</i>	37
Tabel 4.4 Hasil pengukuran rangkaian <i>buzzer</i>	38
Tabel 4.5 Hasil pengukuran volume dosis infus faktor tetes 20 tetes/ml	38
Tabel 4.6 Hasil pengukuran volume dosis infus faktor tetes 60 tetes/ml	39
Tabel 4.7 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 0 Lux	39
Tabel 4.8 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 23 Lux	40
Tabel 4.9 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 47 Lux	40
Tabel 4.10 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 58 Lux	41
Tabel 4.11 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 0 Lux	41
Tabel 4.12 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 23 Lux	42
Tabel 4.13 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 47 Lux	42
Tabel 4. 14 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 58 Lux	42
Tabel 4.15 Analisis pengukuran tegangan baterai li-ion	44
Tabel 4.16 Analisis pengukuran volume dosis infus faktor tetes 20 tetes/ml.....	46
Tabel 4.17 Analisis pengukuran volume dosis infus faktor tetes 60 tetes/ml.....	46

Tabel 4.18 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 0 Lux	47
Tabel 4.19 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 23 Lux	48
Tabel 4.20 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 47 Lux	48
Tabel 4.21 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 58 Lux	49
Tabel 4.22 Perbandingan akurasi kecepatan tetes infus set makro berdasarkan kondisi cahaya	49
Tabel 4.23 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 0 Lux	50
Tabel 4.24 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 23 Lux	51
Tabel 4.25 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 47 Lux	51
Tabel 4.26 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 58 Lux	52
Tabel 4.27 Perbandingan akurasi kecepatan tetes infus set makro berdasarkan kondisi cahaya	53
Tabel 4.28 Perbandingan rata-rata akurasi sensor berdasarkan kondisi pencahayaan	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Organ-organ dalam tubuh manusia sebagian besar terdiri dari unsur air. Paru-paru (90%), darah (82%), kulit (80%), otot (75%), otak (70%), dan tulang (20%). Jadi, peran air sangat besar dalam kehidupan manusia untuk bertahan hidup. (Pradanaputra, 2017). Dalam beberapa kasus, komposisi cairan ini dapat berubah dan membahayakan kondisi tubuh manusia. Seperti halnya kasus perdarahan, dehidrasi, diare, luka bakar, terkena penyakit tertentu dan lain lain.

Untuk mengatasi kasus-kasus tersebut diperlukan suatu terapi cairan. Terapi cairan sendiri memiliki pengertian suatu tindakan pemberian air dan elektrolit dengan atau tanpa zat gizi. Terapi cairan ini bisa menggunakan teknik gravitasi menggunakan infus set atau menggunakan pergerakan mekanik motor seperti *infusion pump* atau *syringe pump*.

Semua teknik terapi cairan ini tidak bisa dilakukan dengan cara sembarangan. Hal ini dikarenakan ada dosis cairan yang sudah diresepkan dokter untuk mencapai kesembuhan pasien. Kelebihan atau kekurangan terapi cairan yang diberikan bisa berakibat pada pasien. Mulai dari lamanya proses penyembuhan, bertambah parahnya kondisi pasien, pembengkakan, sesak nafas bahkan kematian. (Handayani & Lisum, 2020)

Penggunaan *infusion pump* dan *syringe pump* bisa dikatakan menjadi paling canggih saat ini, karena kecepatan cairan masuk bisa diatur menggunakan alat tersebut. Tidak heran alat ini sering dipakai untuk pasien di *ICU*, *VIP* atau pasien dengan kondisi khusus yang membutuhkan keakuratan dosis obat/terapi cairan yang akan diberikan. Sedangkan untuk pasien biasa menggunakan infus set manual yang memanfaatkan gaya gravitasi. (Iskandar et al., n.d.)

Lain dari *infusion pump* dan *syringe pump* yang dosis terapi cairan dikontrol motor dan termonitoring sensor dan *display*, untuk infus manual, pengaturan dosis dilakukan dengan mengatur jumlah tetesan yang diatur melalui penjepit pada selang infus dibandingkan dengan waktu yang dilihat secara bersamaan pada jam tangan. Begitupun dengan pemantauan kecepatannya, perawat akan menghitung kecepatan tetes infus secara manual kembali secara berkala dan tidak mungkin dilakukan pemantauan secara kontinu.(Zainuri et al., 2012)(Otsuka, 2007)

Jadi pada saat mengatur infus, perawat harus memperhatikan 2 hal bersamaan, yaitu jam tangan dan juga menghitung jumlah tetesannya. Dan nilai yang didapat merupakan nilai subjektif yang tidak dapat diperlihatkan dalam angka pasti. (Zainuri et al., 2012)(Mahardhika & Herawati, 2015)

Belum lagi perubahan kecepatan tetes infus sendiri yang tidak bisa dipantau secara kontinu. Dan menurut lembar kerja kalibrasi *infusion pump* dari Loka Pengamanan Fasilitas Kesehatan (LPFK) Surakarta, toleransi pembacaan aliran infus yang diperbolehkan adalah $\pm 10\%$.

Dari masalah-masalah tersebut, menjadi sangat penting untuk dibuat alat ukur kecepatan tetes dosis infus, yang dapat menampilkan banyaknya tetes/menit infus yang masuk, serta memberikan alarm peringatan ketika kecepatan tetes berubah drastis ($\pm 10\%$).

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimana mengoptimalkan sensor *optocoupler* pada “Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino” untuk bisa mendeteksi tetesan infus pada infus set dengan baik?
2. Bagaimana keakurasian sensor *optocoupler* pada “Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino” dalam menghitung kecepatan dan mengkalkulasi jumlah volume infus yang keluar?

3. Bagaimana faktor akurasi sensor *optocoupler* berdasarkan kondisi pencahayaan ruangan yang beragam?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar tidak terjadi pelebaran masalah dalam pembahasan, pada tugas akhir ini diberikan pembatasan masalah pada hal-hal berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah *Optocoupler*
2. *Microcontroller* yang digunakan adalah arduino
3. *Display* yang digunakan adalah *OLED*
4. Baterai yang digunakan adalah baterai li-ion 3,7 Volt DC
5. Penggunaan alat dikombinasikan dengan penggunaan infus set secara manual/gravitasi
6. Kalibrasi alat menggunakan gelas ukur dan *stopwatch*
7. Jenis cairan infus yang dipakai adalah yang tidak berwarna/bening

1.4. Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Terwujudnya *prototype* yang mampu menghitung tetes infus/menit untuk pasien.
2. Terwujudnya alat yang dapat memberikan peringatan ketika kecepatan tetes berubah drastis.

1.5. Metode Perancangan

Dalam proses pembuatan tugas akhir penulis menggunakan metode-metode kuantitatif konstruktif yang dijabarkan sebagai berikut :

1. Metode Observasi

Metode observasi adalah dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan, sehingga mengetahui permasalahan secara langsung.

2. Metode Wawancara

Metode wawancara dilakukan dengan mencari informasi dari *user*/tenaga kesehatan terkait sehingga bisa mendapatkan informasi masalah yang akurat.

3. Metode Studi Literatur

Penulis mengambil data yang diperlukan, sebagai sumber data dari bahan pustaka. Data ini diperlukan untuk menerangkan secara teori.

4. Metode Rancang Bangun Alat

Dalam metode ini akan dilaksanakan rancang bangun alat baik dari *hardware*, *software* dan juga *caching* sehingga tercipta *prototype* yang siap digunakan

5. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan setelah semua komponen terpasang dan program sudah di masukkan ke dalam *microcontroller*.

6. Analisa

Analisa dilakukan setelah semua alat terpasang dengan kondisi yang benar dan harus dilakukan sesuai dengan ketentuan setiap alat yang ada.

7. Pengambilan Kesimpulan

Setelah dilakukan pembuatan sistem, pengujian alat dan analisa. Maka penulis harus melakukan kesimpulan, yang memuat tentang hasil pengujian dan kendala yang dialami saat pembuat sampai selesai.

1.6. Manfaat

Manfaat dari pembuatan *prototype* ini adalah, memudahkan perawat dalam mengatur kecepatan infus yang dapat ditunjukkan dengan angka dan tidak bernilai subjektif dan dapat dipertanggungjawabkan. Selain itu bagi pasien, *prototype* ini dapat membantu memaksimalkan proses terapi cairan menggunakan infus, serta dapat memberikan alarm ketika infus bocor ataupun tersumbat.

1.7. Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi Latar Belakang, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan Tugas Akhir, Metode Perancangan, Manfaat, dan Sistematika Penulisan

2. BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi dasar teori mengenai terapi cairan dan komponen-komponen yang digunakan dalam pembuatan alat ini.

3. BAB III PERANCANGAN ALAT

Bab ini berisi tahapan perancangan alat yang meliputi: deskripsi umum, prinsip kerja sistem, perancangan *hardware*, perancangan *software* dan perancangan pengujian alat.

4. BAB IV DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi data hasil pengukuran pada tiap titik pengujian, hasil uji fungsi alat, dan analisis hasil pengukuran dan uji fungsi alat.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari keseluruhan isi karya tulis ini dan saran terhadap alat yang dibuat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Sejenis

Penelitian mengenai pembuatan alat penghitung tetes infus sudah pernah dilakukan oleh orang lain di waktu sebelumnya. Penelitian yang dimaksud yaitu:

2.1.1. Penelitian Auliya Sifa Fauziyyah tahun 2018

Penelitian yang dilakukan oleh Auliya Sifa Fauziyyah pada tahun 2018 berjudul **“Rancang Bangun Alat Ukur Jumlah Tetes Dan Volume Sisa Cairan Infus Dengan Warning System Pada Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis Arduino”**. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

Pada penelitian tersebut, penulis menggunakan arduino mega sebagai mikrokontroler, motor servo sebagai pengendali otomatis jumlah tetes infus, sensor *photogate* untuk menghitung jumlah tetes infus per menit, sensor *load cell* untuk mendeteksi volume sisa cairan infus, *buzzer* sebagai alarm peringatan yang akan berbunyi jika volume sisa infus yang terukur 15%, dan *LCD TFT* sebagai tampilan dari sistem. Pada penelitian ini memiliki kekurangan yaitu motor servo sebagai pengendali jumlah tetes infus per menit tidak bisa mengukur jumlah tetes per menit diatas 36 tetes, dan juga hasil pengukuran yang dilakukan dengan melipat selang terkadang masih menunjukkan hasil yang berbeda. Sebagai saran untuk tindak lanjut dalam pengembangan penelitian terkait semoga bisa menggunakan pengendali yang lebih optimal sehingga sistem tetap bisa mengukur jumlah tetes per menit sesuai dengana prosedural baku yang telah ditetapkan.(Sifa Fauziyyah, 2019)

2.1.2. Penelitian Lilis T. Y. Tampubolon tahun 2021

Penelitian yang dilakukan oleh Lilis T. Y. Tampubolon pada tahun 2021 berjudul **“Rancang Bangun Alat Pemantau Infus Menggunakan Modul 433 Mhz dan Sensor Load Cell Berbasis Arduino Uno”**. Penelitian ini dilakukan di STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar.

Pada Penelitian ini menggunakan modul RF 433 Mhz dan sensor berat (*load cell*) modul HX-711 sebagai sensor, mikrokontroler arduino uno sebagai pemrosesan serta *LCD*, *buzzer* dan *LED* yang digunakan sebagai output yang memudahkan dokter atau suster dalam memantau situasi infus. Pada kesimpulan penelitian tersebut dikatakan bahwa alat dapat bekerja dengan baik, namun tidak dilengkapi data pengujian yang memadai. Ditambah lagi desain alat yang cukup besar kurang bisa dipakai langsung di fasilitas kesehatan yang ada sekarang. (Tampubolon et al., 2021)

2.2 Terapi Cairan

Manusia memiliki $\frac{2}{3}$ atau 60% kandungan air di dalam tubuh, hal ini menjadi komponen terbesar tubuh. Zat cair ini terdiri dari intraseluler 40% berat badan dan cairan ekstraseluler berat badan. Cairan ekstraseluler terdiri dari 5% cairan intravaskuler dari berat badan dan cairan interstisial 15% berat badan.

Namun karena beberapa hal, komposisi cairan tubuh ini dapat berubah. Seperti halnya perdarahan, luka bakar, dehidrasi, muntah, diare dan puasa preoperatif maupun perioperatif. Hal ini dapat mengganggu fisiologis yang berat jika tidak segera dilakukan penanganan secara tepat. Bahkan sangat mungkin terjadi komplikasi jika tidak segera ditangani. Oleh sebab itu terapi cairan menjadi pilihan utama dalam penanganan tersebut jika *intake* secara oral dan *enternal* tidak mencukupi kebutuhan tubuh.

Tujuan terapi cairan antara lain, IV line, resusitasi, pemberian elektrolit, rumatan dan pemberian nutrisi parenteral/parenteral *feeding*. Terapi cairan biasanya menggunakan infus yang memanfaatkan grafitasi, *infusion pump* atau *syringe pump* yang menggunakan kerja motor, Namun dalam pelaksanaanya terapai cairan bisa menjadi berbahaya ketika dosis yang diberikan tidak sesuai.

Adpun akibat dari kelebihan cairan infus antara lain : (Redaksi/Halosehat, 2015)

1. Edema

Kelebihan cairan infus dapat menyebabkan terjadinya retensi cairan dalam tubuh. Keadaan ini bisa menimbulkan beberapa kondisi seperti terjadinya pembengkakan di daerah wajah, terutama disekitar mata serta terjadinya penumpukan cairan di kaki, pergelangan kaki, tangan, dan juga jari-jari tangan. kondisi yang lebih serius dari efek kelebihan cairan ini adalah terjadinya sakit kepala, edema serebral, pembengkakan pada otak, dan pada akhirnya dapat berdampak pada kematian.

Menurut *Medical Journal Of Australia* pada tahun 2008 melaporkan bahwa kondisi Edema yang parah bisa dihasilkan pada saat seorang pasien mendapatkan cairan infus yang mengandung hipotonik. Dimana hal tersebut dapat mengarah pada kondisi hiponatremia, yaitu kelebihan cairan dalam tubuh karena konsentrasi natrium yang rendah. (Redaksi/Halosehat, 2015)

2. Sesak nafas

Seorang pasien yang mendapatkan jumlah cairan infus yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya retensi cairan dalam tubuh yang pada akhirnya akan mengakibatkan terjadinya edema paru. Kondisi ini bisa menimbulkan berbagai kondisi yang serius seperti sesak nafas, suara berderak pada paru-paru, nyeri pada bagian dada, serta terjadinya perubahan pola pernafasan. Komplikasi yang bisa ditimbulkan dari kondisi-kondisi tersebut adalah terjadinya gagal jantung

kongestif, dimana terjadi penumpukan kelebihan cairan dalam organ paru-paru. (Redaksi/Halosehat, 2015)

3. Tekanan darah Tinggi (hipertensi)

Penumpukan cairan yang berlebih dalam tubuh dapat menyebabkan peningkatan resiko berkembangnya hipertensi atau penyebab darah tinggi. Volume cairan tubuh yang berlebih dapat menimbulkan beberapa gejala seperti *bounding* urat nadi maupun pembengkakan pada leher. Selain itu, kondisi tersebut juga dapat mengakibatkan peningkatan frekuensi detak jantung lebih dari biasanya, serta timbulnya bunyi tambahan pada jantung pada saat didengarkan melalui stetoskop. (Redaksi/Halosehat, 2015)

4. Perubahan Mental

Akibat dari retensi cairan tubuh yang disebabkan oleh kelebihan cairan infus dapat menyebabkan terjadinya perubahan mental seorang pasien. Hal ini bisa ditandai dengan beberapa kondisi seperti timbulnya kelesuan, rasa cemas, gelisah, menurunnya tingkat kesadaran pasien dan kondisi yang lebih parah seperti pasien mengalami kejang-kejang.

Parahnya lagi, jika konsentrasi natrium dalam darah menurun secara drastis akibat retensi cairan dalam tubuh, dapat menyebabkan masalah neurologis permanen. Pada saat seorang pasien mendapatkan cairan infus hypernatremic hal yang serupa bisa saja terjadi, karena cairan infus tersebut menyebabkan kandungan natrium dalam darah menjadi berlebih atau biasa disebut Hipernatremia. Dimana gejala dari hipernatremia ini hampir sama dengan kondisi pasien dengan hiponatremia. Hanya saja pasien dengan kondisi hipernatremia bisa lebih beresiko mengalami kelemahan serta mudah sekali tersinggung. Selain itu, pasien juga dapat mengalami kematian mendadak akibat kelebihan kadar natrium dalam darahnya. (Redaksi/Halosehat, 2015)

5. Penurunan kuantitas urin

Akibat kelebihan cairan infus yang diberikan pada pasien juga dapat mengakibatkan *output* urin menjadi *drop*. Hal ini bisa terjadi karena akumulasi cairan yang terjadi jaringan tanpa melalui proses penyaringan oleh organ ginjal. (Redaksi/Halosehat, 2015)

Dan ketika kekurangan cairan infus, terapi yang diharapkan ke pasien tidak tercapai secara maksimal bahkan dapat menyebabkan kematian pada beberapa kasus kritis.

Terapi cairan bisa menggunakan 3 cara, yaitu menggunakan infus set, *infusion pump* dan *syringe pump*. Penggunaan *infusion pump* dan *syringe pump* sudah memiliki kemampuan untuk bisa mengatur dosis atau jumlah cairan yang masuk ke dalam tubuh dengan sistem motor. Namun penggunaannya tidak dapat untuk setiap pasien dikarenakan keterbatasan unit di rumah sakit dan harganya relatif mahal. Hanya pasien *VIP*, *ICU*, operasi atau kondisi khusus pasien.



Gambar 2.1 *Infusion Pump*



Gambar 2.2 *Syringe Pump*



Gambar 2.3 Infus Set (gravitasi)(Keperawatan, 2017)

Infus set sendiri memiliki beberapa bagian : (Keperawatan, 2017)

1. Spike cup adalah penutup penetrante needle infus atau tranfusi set yang berfungsi menjaga keseterilan penetrante needle infus. (Keperawatan, 2017)



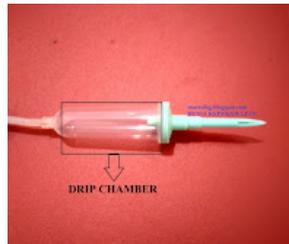
Gambar 2.4 Spike Cup – Infus Set(Keperawatan, 2017)

2. Spike/Penetrante Needle Infus adalah jarum infus atau tranfusi set yang berfungsi sebagai pemberi lubang botol infus dan juga sebagai penghubung pertama cairan infus. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.5 Spike - Infus Set(Keperawatan, 2017)

3. *Drip chamber* adalah ruang tetes yang berfungsi untuk mencegah terjadinya emboli udara. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.6 Dripe Chamber - Infus Set(Keperawatan, 2017)

4. *Roller clamp* set adalah bagian infus set yang menempel pada *tube* berfungsi untuk menghentikan, mengalirkan dan mengontrol kecepatan tetes cairan infus atau darah. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.7 Roller Clamp - Infus Set(Keperawatan, 2017)

5. *Tube* adalah selang infus yang berfungsi sebagai sarana mengalirnya cairan atau darah dari infusan yang akan menuju vena. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.8 Tube - Infus Set(Keperawatan, 2017)

6. *Y Injection Connector* adalah bagian *tube* infus yang berfungsi sebagai tempat penyuntikan obat *intravena*. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.9 Y Injection - Infus Set(Keperawatan, 2017)

7. *Injection Site* adalah bagian infus berbahan karet elastis yang berfungsi sebagai tempat penusukan jarum suntik untuk pemberian obat *intravena*. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.10 Injection Site - Infus Set(Keperawatan, 2017)

8. *Connector* adalah bagian infus set yang berfungsi sebagai penghubung infus set ke IV canula dan bisa sebagai tempat spooling infus. (Keperawatan, 2017)



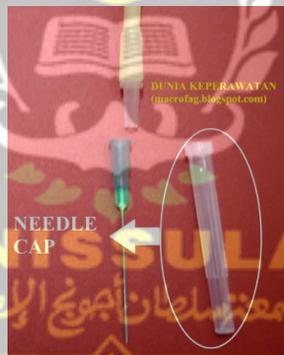
Gambar 2.11 Connector - Infus Set(Keperawatan, 2017)

9. *Needle hub* adalah jarum yang melekat pada konektor berfungsi untuk needle spooling atau ventilasi dengan menusukkannya ke plabot/vial. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.12 Needle Hub - Infus Set(Keperawatan, 2017)

10. *Needle cap* adalah penutup *needle hub* yang berfungsi untuk menjaga kesterilan *needle hub* dan mencegah terjadinya tertusuk jarum. (Keperawatan, 2017)



Gambar 2.13 Needle Cap - Infus Set(Keperawatan, 2017)

Penggunaan infus manual harus menghitung kecepatan infus/tetes cairan infus berdasarkan dosis yang diberikan dokter. Cepat atau lambah tetesan infus berdasarkan posisi *roller clamp* pada infus set. Satuan kecepatan infus yang biasa digunakan adalah tetes/menit atau tetes/jam. Untuk menentukan tetes infus yang akan diberikan menggunakan rumus dibawah ini.(Oetari, 2018)

Rumus dalam satuan menit (Oetari, 2018)

$$\text{Jumlah Tetesan Per Menit} = \frac{\text{Jumlah Kebutuhan Cairan} \times \text{Faktor Tetes}}{\text{Waktu (Menit)}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Rumus dalam satuan jam (Oetari, 2018)

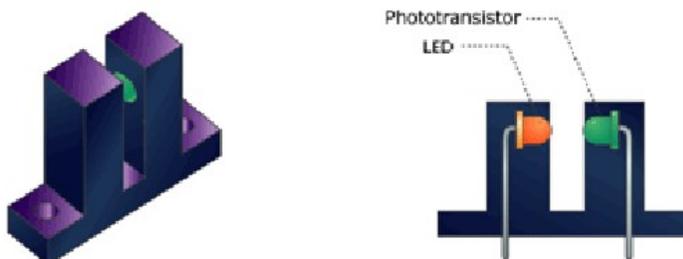
$$\text{Jumlah Tetesan Per Menit} = \frac{\text{Jumlah Kebutuhan Cairan} \times \text{Faktor Tetes}}{\text{Waktu (Jam)} \times 60 \text{ Menit}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Faktor tetes sendiri adalah berapa tetes/ml atau tetes/cc. Faktro tetes dibagi menjadi makro drip yang nilainya 20 tetes/ml dan juga mikro drip 60 tetes/ml. Makro drip digunakan untuk dewasa dan mikro drip digunakan untuk anak-anak.(Oetari, 2018)

Untuk mengetahui kecepatan tetes infus sendiri, biasanya perawat menghitung jumlah tetesan selama 60 detik untuk mendapatkan kecepatan infus dalam satuan tetes/menit.

2.3 *Optocoupler*

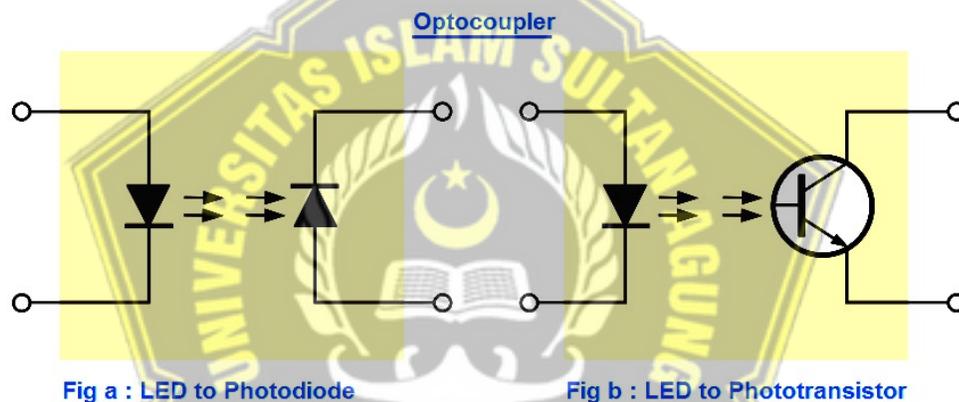
Optocoupler merupakan rangkaian *integereted circuit* yang memungkinkan untuk menghubungkan dua buah rangkaian elektrik yang berbeda tanpa koneksi listrik. Biasanya difungsikan sebagai *switch* listrik. Bagian dalam *optocoupler* terdiri atas dua bagian, yaitu transmisi dan *receiver*. Transmisi berupa *LED* sebagai pemancar cahaya, dan *receiver* berupa diode, transistor atau triac sebagai pendeteksi cahaya. (Wadianto & Fihayah, 2016)



Gambar 2.14 *Optocoupler* Bentuk Slot

Masing-masing bagian *optocoupler* (*Transmitter* dan *Receiver*) tidak memiliki hubungan konduktif rangkaian secara langsung tetapi dibuat sedemikian rupa dalam satu kemasan komponen.

Pada prinsipnya, *optocoupler* dengan kombinasi *LED-Phototransistor* adalah *optocoupler* yang terdiri dari sebuah komponen *LED* (*Light Emitting Diode*) yang memancarkan cahaya infra merah (*IR LED*) dan sebuah komponen semikonduktor yang peka terhadap cahaya (*Phototransistor*) sebagai bagian yang digunakan untuk mendeteksi cahaya infra merah yang dipancarkan oleh *IR LED*. Untuk lebih jelas mengenai prinsip kerja *optocoupler*, silakan lihat rangkaian *internal* komponen *optocoupler* dibawah ini :



Gambar 2.15 Electrical Schematic

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa arus listrik yang mengalir melalui *IR LED* akan menyebabkan *IR LED* memancarkan sinyal cahaya infra merahnya. Intensitas cahaya tergantung pada jumlah arus listrik yang mengalir pada *IR LED* tersebut. Kelebihan cahaya infra merah adalah pada ketahanannya yang lebih baik jika dibandingkan dengan cahaya yang tampak. Cahaya infra merah tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Cahaya infra merah yang dipancarkan tersebut akan dideteksi oleh *phototransistor/photodiode* dan menyebabkan terjadinya hubungan atau *Switch ON*.

Dan sebagai komponen tambahan perlu diberikan resistor pada *photodiode* dan *IR LED* dengan perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan : R = Resistor (Ω)
 V = Voltage Source (V)
 I = Current Photodiode (A)

$$R = \frac{V_s - V_d}{I_d} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan : R = Resistor (Ω)
 V_s = Voltage Source (V)
 V_d = Voltage Led (V)
 I_d = Current Led (A)

2.4 Microcontroller Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) *microcontroller* yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack power DC dan penggunaan konektor Mini-B USB.

Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit *microcontroller*. Dengan menggunakan papan pengembangan, anda akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika *microcontroller* dibanding jika anda memulai merakit ATmega328 dari awal di *breadboard*. (Diantara, 2016; Santosa, 2016)

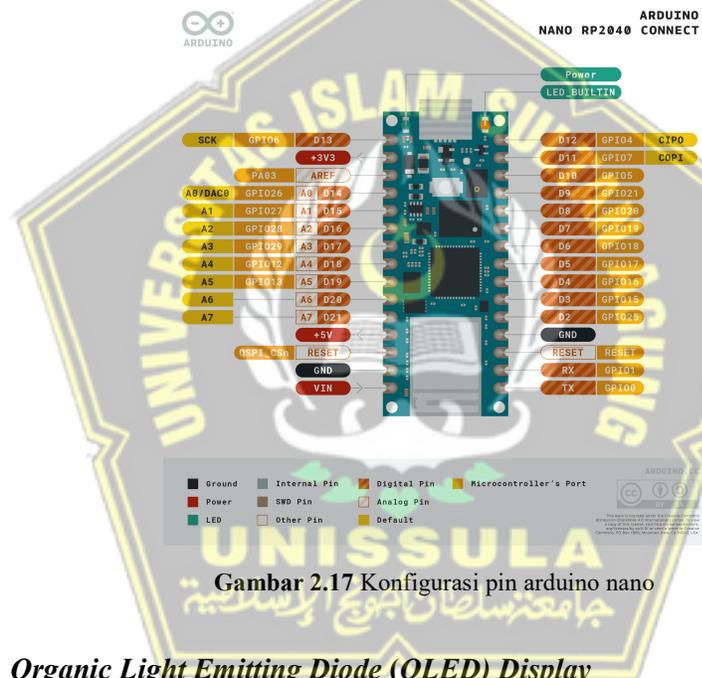
Spesifikasi

Chip <i>microcontroller</i>	: ATmega328P
Tegangan operasi	: 5V
Tegangan <i>input</i>	: 7V - 12V
Digital I/O pin	: 20 buah dan 6 diantaranya PWM
Analog <i>Input</i> pin	: 8 buah
Arus DC per pin I/O	: 40 mA
<i>Memori Flash</i>	: 32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	: 2 KB
EEPROM	: 1 KB

Clock speed : 16 Mhz
Dimensi : 45 mm x 18 mm
Berat : 5 g



Gambar 2.16 Arduino Nano



Gambar 2.17 Konfigurasi pin arduino nano

2.5 Organic Light Emitting Diode (OLED) Display

OLED Display adalah salah satu pilihan media *display out* untuk *microcontroller*. *OLED Display* memiliki beberapa kelebihan seperti lebih hemat daya karena tidak memerlukan *backlight* dan berukuran lebih tipis. Namun *OLED* memiliki kekurangan yaitu ukurannya yang relatif lebih kecil.

Spesifikasi *OLED Display* yang dipakai sebagai berikut :

a. *OLED 1.3" Display*

- b. Ukuran LCD+Board 3.6 x 3.45 cm
- c. Ukuran layar LCD 3.4 x 1.7 cm
- d. Resolusi layar 128 x 64 pixel
- e. Komunikasi i2C /IIC
- f. VCC : 3.3 - 5V



Gambar 2.18 OLED Display

2.6 Baterai Li-Ion

Baterai jenis Li-ion merupakan baterai yang paling banyak di gunakan pada *gadget* di segmen menengah ke bawah karena baterai jenis ini mudah di rawat, mampu menampung energi yang lumayan besar, harga dan biaya produksinya lebih murah dari pada baterai Li-po.

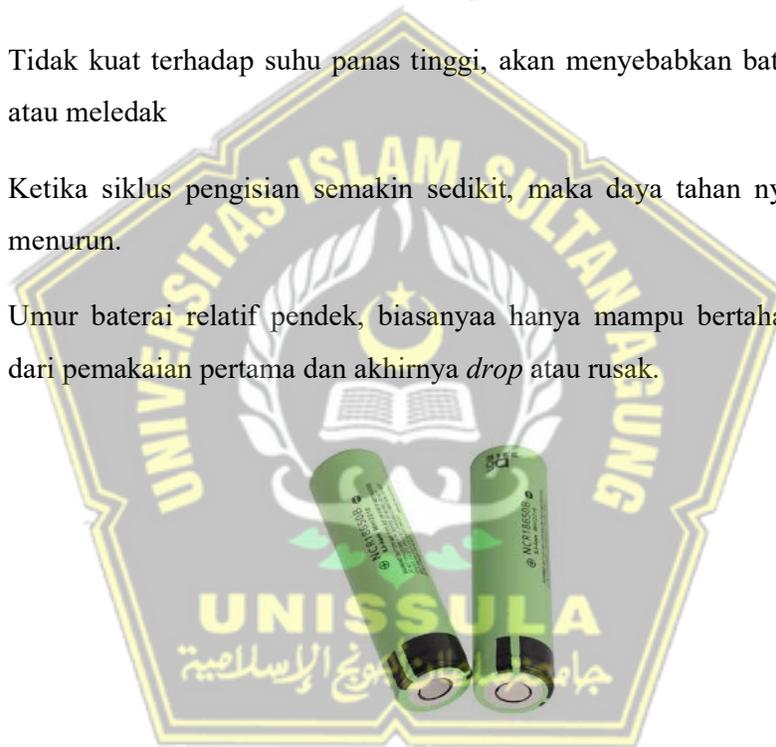
Baterai Lithium Ion (Li-ion) hampir tidak mengandung zat berbahaya namun akan sangat mudah meledak bila di dekatkan dengan api atau benda dengan suhu panas yang tinggi. Baterai yang digunakan disini bertegangan 3,7 Volt DC dengan tegangan maksimal 4,2 Volt DC setelah dilakukan pengeceasan. (Battery, 2003)

- a. Kelebihan Baterai Li-ion
 - 1. Harga murah dan mudah di dapatkan

2. Perawatan mudah
3. Bisa di lepas dengan mudah tanpa alat atau ahli khusus
4. Siklus pengisian cukup banyak. Artinya bisa di pakai dan di isi berulang – ulang kali, umumnya hingga 1000 kali *charge*.

b. Kekurangan baterai Li-ion

1. Bentuk Lebih besar dan tebal untuk kapasitas besar
2. Tidak kuat terhadap suhu panas tinggi, akan menyebabkan baterai terbakar atau meledak
3. Ketika siklus pengisian semakin sedikit, maka daya tahan nya juga akan menurun.
4. Umur baterai relatif pendek, biasanya hanya mampu bertahan 1-2 tahun dari pemakaian pertama dan akhirnya *drop* atau rusak.



Gambar 2.19 Baterai Li-ion

2.7 Modul J5019

Modul J5019 adalah modul pengisian baterai lithium sel tunggal kecil yang juga mencakup *konverter step-up (boost)* 1 Ampere untuk memberi daya pada berbagai macam aplikasi. Modul ini akan mengisi sebagian besar jenis baterai LiPo sel tunggal (3,7 V) dari *input* catu daya 4 hingga 8 Volt, atau dari

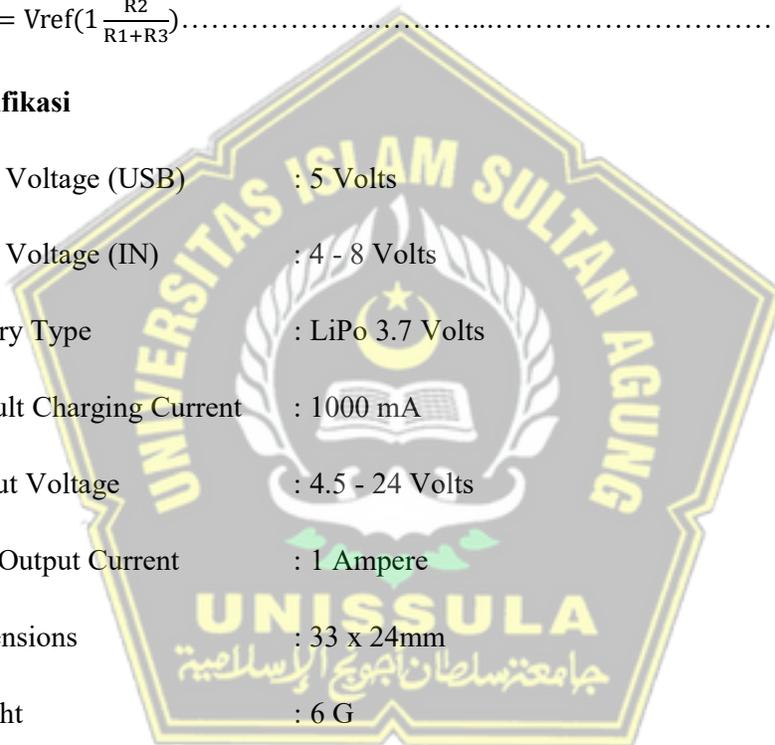
port/adaptor USB standar 5 Volt. Pengisian daya baterai dan LED siaga juga disertakan untuk indikasi visual.

Selain kemampuan pengisian baterai, modul ini juga menyertakan konverter *boost* yang dapat disesuaikan yang mampu meningkatkan tegangan baterai yang terpasang dari 4,5 menjadi 24 Volt dengan arus suplai maksimum 1 Ampere. Dengan perhitungan tegangan yang keluar dapat kita hitung pada persamaan 2.3. Dengan nilai V_{ref} 0,6 Volt dan $R1$ 2K2 Ohm.

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1 + R_3} \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

Spesifikasi

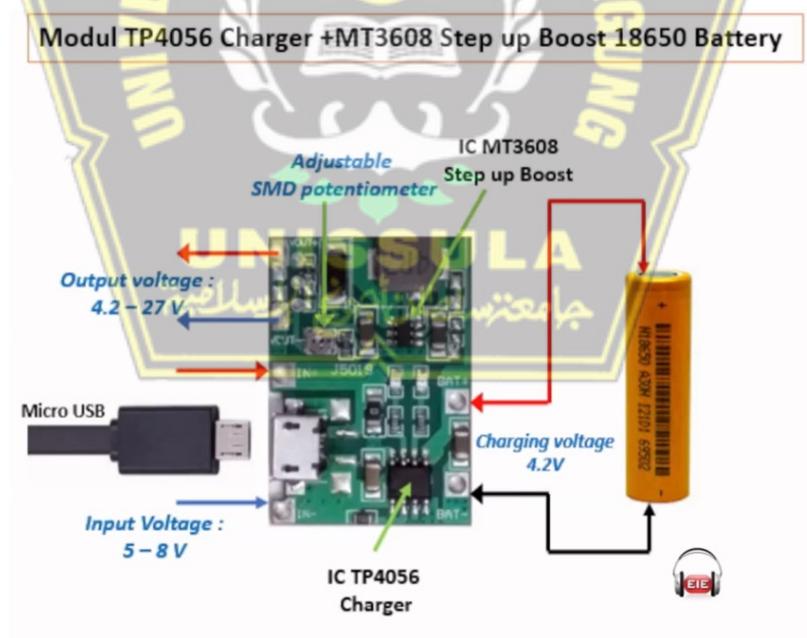
Input Voltage (USB)	: 5 Volts
Input Voltage (IN)	: 4 - 8 Volts
Battery Type	: LiPo 3.7 Volts
Default Charging Current	: 1000 mA
Output Voltage	: 4.5 - 24 Volts
Max Output Current	: 1 Ampere
Dimensions	: 33 x 24mm
Weight	: 6 G





Gambar 2.20 Modul J5019 Li-Ion Charger with Step Up Module

Modul ini bisa dianggap sebagai gabungan modul *step up* MT3608 dengan modul *charge* TP4056 yang sebelumnya sudah banyak dipakai bersamaan dalam pengaplikasiannya.



Gambar 2.21 Bagian pada *hardware* modul J5019

BAB III PERANCANGAN

3.1. Deskripsi Umum

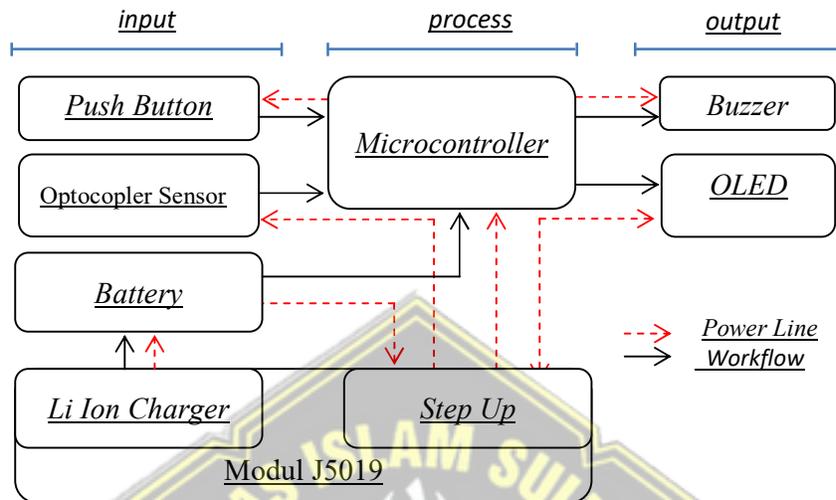
Alat Penghitung Dosis Tetes Infus adalah suatu alat yang dapat menghitung kecepatan tetes infus dalam satuan tetes/menit yang dipasang pada infus set. Alat ini juga dapat menampilkan berapa banyak volume cairan yang sudah dikeluarkan infus. Serta dilengkapi alarm yang akan berbunyi ketika kecepatan infus berubah secara drastis.

3.2. Prinsip Kerja Sistem

Untuk menggunakan alat ini, pengguna harus meletakkan main unit ke tiang infus, kemudian meletakkan sensor ke *drip chamber* untuk bisa mendeteksi tetesan infus. Setting kecepatan tetes infus yang diinginkan dan pilih infus set yang digunakan 60 tetes/ml atau 20 tetes/ml. Atur kecepatan infus menggunakan *roller clamps* dan perhatikan layar untuk mengetahui kecepatan tetesan infus. Perubahan tetes infus yang drastis akan membuat sensor berbunyi untuk menginformasikan ke perawat agar melakukan pengecekan infus kembali.

Sensor *optocoupler* akan membaca tetesan infus dan diterima sebagai data *sampling* untuk dikonfersikan menjadi kecepatan tetes infus oleh *microcontroller* dan ditampilkan ke layar. Ketika tetes infus berubah secara drastis, *microcontroller* akan mengaktifkan *buzzer*.

3.3. Perancangan Model *Hardware*



Gambar 3.1 Blok diagram alat

Dalam blok diagram di atas, *hardware* terdiri dari 3 bagian, yaitu *input*, *process* dan *output*. *Input* memberikan masukan ke *microcontroller*. *Input* terdiri dari :

1. Tombol

Tombol ini terdiri dari 4 tombol yaitu tombol tambah, kurang yang difungsikan untuk mengatur angka kecepatan tetes infus dan juga memilih infus set yang digunakan 20 tetes/ml atau 60 tetes/ml serta tombol ok dan *cancel*.

2. Sensor *Optocoupler*

Sensor alat ini terdiri dari 2 buah *IR LED* ukuran 3 mm dan panjang gelombang 940 nm sebagai *transmitter*. Dengan penggunaan resistor 220 Ω . Hal ini didapat dari persamaan 2.4 dengan V_s 5 Volt, V_d 1,4 Volt x 2 buah *IR LED* dan I_d 100 mA sesuai spesifikasi pada datasheet.

Dan 2 buah *photodiode* ukuran 3 mm dan panjang gelombang 940 nm sebagai *reciever*. Dengan penggunaan resistor 1K Ω . Nilai ini didapat dari persamaan 2.3 dengan tegangan input 5 Volt dan arus 5 mA sesuai spesifikasi pada datasheet.

Penggunaan 2 pasang sensor ini yang diharapkan dapat menangkap sinyal tetesan pada *chamber* infus dengan lebih baik. Mengingat fakta dilapangan ukuran *chamber infusion set* memiliki ukuran yang berbeda bergantung merek yang digunakan.

3. Baterai

Baterai disini mensuplai tegangan ke *microcontroller* setelah dinaikan tegangannya oleh rangkaian *step up* dalam modul J5019. Serta menginformasikan nilai tegangan baterai kepada *microcontroller*.

Sedangkan dibagian proses, terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai berikut :

1. Menerima masukan dari sensor
2. Menerima masukan dari baterai tentang kondisi tegangan baterai
3. Menghitung jumlah tetesan per satuan waktu(menit)
4. Mengetahui perubahan kecepatan tetes infus yang signifikan
5. Menampilkan hasil pengukuran ke *OLED*
6. Mengaktifkan *Buzzer* sebagai tanda perubahan kecepatan infus secara signifikan

Dalam bagian *output* yang menerima masukan dari *microcontroller*, terdiri dari :

1. *OLED*

OLED digunakan untuk menampilkan kecepatan tetes infus dan jumlah tetesan yang sudah diolah oleh program di *microcontroller*.

2. *Buzzer*

Buzzer berfungsi sebagai penanda ketika infus menetes dan kecepatan infus berubah secara signifikan.

Selain bagian *input*, proses dan *output* terdapat bagian pendukung pada modul J5019 yang terdiri dari :

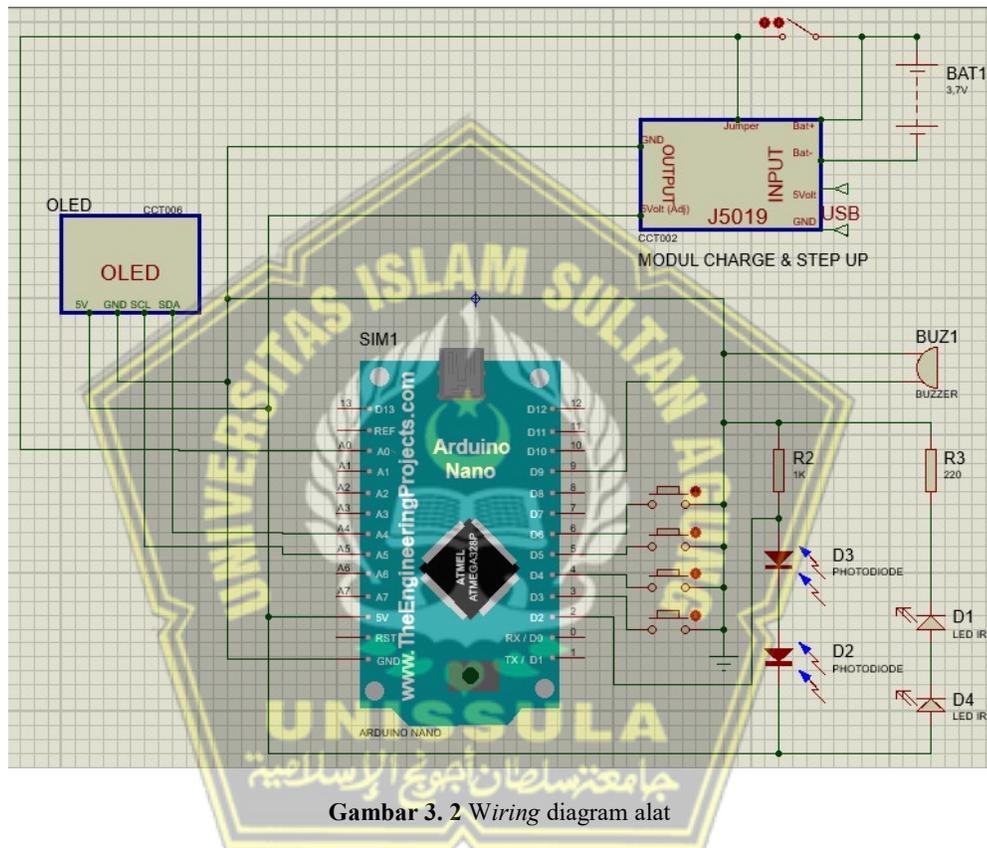
1. Modul *Step Up*

Modul *Step Up* berfungsi untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 5 Volt DC untuk digunakan sebagai *input* tegangan dari *microcontroller*, sensor *optocoupler*, dan *OLED Display*.

2. Modul Li-Ion Charge

Modul Li-Ion Charge berfungsi untuk melakukan pengisian daya baterai li-ion supaya tercukupi daya untuk alat dari baterai li-ion tersebut.

3.4. Arsitektur Sistem Model



Gambar 3. 2 Wiring diagram alat

Dalam *wiring* diagram di atas pin arduino yang digunakan meliputi :

1. Analog 0

Digunakan sebagai *input* referensi tegangan analog baterai untuk mengetahui persentase kapasitas baterai

2. Analog 4

Digunakan sebagai Serial Data *OLED Display*

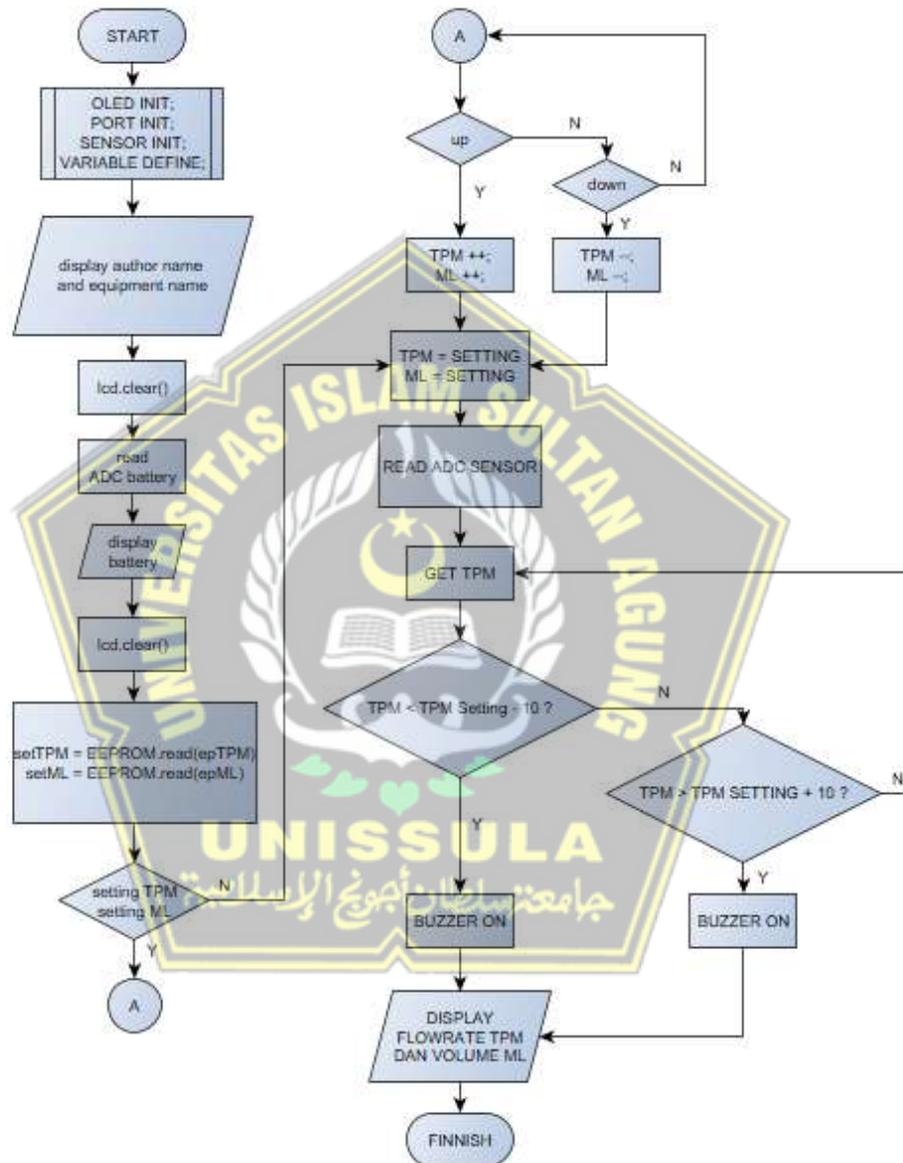
3. Analog 5
Digunakan sebagai *Serial Clock OLED Display*
4. Digital 9
Digunakan untuk mengaktifkan *Buzzer*
5. Digital 3
Sebagai *input push button* “tambah”
6. Digital 4
Sebagai *input push button* “cancel”
7. Digital 5
Sebagai *input push button* “ok”
8. Digital 6
Sebagai *input push button* “kurang”
9. Digital 11
Digunakan untuk *input* dari sensor ke *microcontroller*
10. Pin 5V
Digunakan sebagai *pin input* tegangan suplai untuk *microcontroller* dari modul J5019
11. GND
Digunakan untuk sumber *ground* dan disatukan dengan sumber *ground* lain.

3.5. Perancangan Model *Software*

Sistem *software* alat merupakan program yang dimasukkan ke dalam *microcontroller* agar *microcontroller* dapat bekerja sesuai dengan tujuan. Dalam perancangan *software* alat, terlebih dahulu dibuat *flowchart* program secara

keseluruhan, kemudian dibuat kode program dalam bahasa C menggunakan aplikasi khusus untuk memprogram arduino.

3.4.1. Flowchart Program Microcontroller



Gambar 3.3 Flowchart Alat

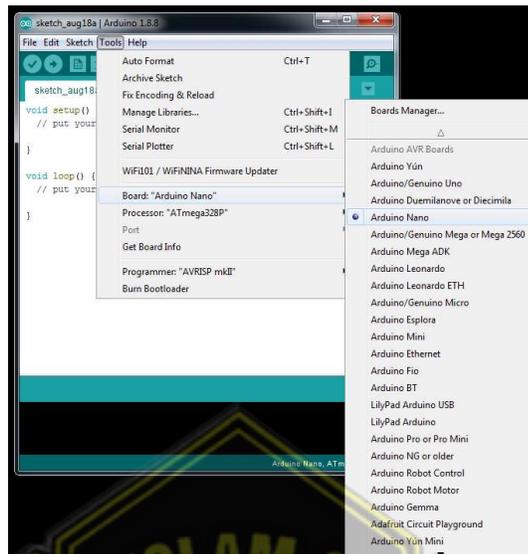
3.4.2. Perancangan Pemrograman Arduino

Program yang digunakan untuk membuat program Arduino adalah *Arduino Integrated Development Program* (Arduino IDE). Program tersebut merupakan program yang dapat diunduh gratis dari situs www.arduino.cc. Penulisan program Arduino menggunakan bahasa C.



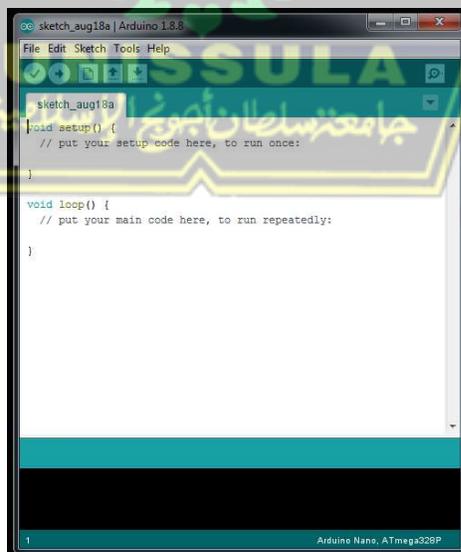
Gambar 3.4 Koneksi arduino nano dengan laptop

Sebelum memrogram arduino, langkah awal yang dilakukan adalah menempatkan arduino nano di *projectboard* dan menghubungkannya dengan laptop seperti terlihat pada gambar 3.4. Oleh karena jenis konektor di laptop menggunakan USB 2.0 dan konektor arduino nano menggunakan *micro* USB, maka untuk menghubungkan keduanya digunakan kabel USB to *micro* USB. Setelah modul arduino terdeteksi oleh laptop, program Arduino IDE dibuka. Karena modul yang digunakan adalah arduino nano, maka perlu dipilih jenis arduino yang digunakan dengan memilih menu *Tools* → *Board* → Arduino Nano w/ ATmega328 seperti terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Pemilihan jenis *board* arduino yang dihubungkan ke laptop

Program yang ditulis dengan *software* Arduino IDE dinamakan *sketch*. *Sketch* ditulis di bagian *text editor* dan akan disimpan sebagai file dengan ekstensi .ino. Bagian *text editor* memiliki fitur potong-tempel dan cari-ganti teks untuk memudahkan pemrograman. Pada *software* Arduino IDE terdapat area pesan untuk menampilkan umpan balik saat menyimpan dan memasukkan program serta menampilkan pesan apabila terjadi *error* pada pemrograman.



Gambar 3.6 Tampilan program Arduino IDE 1.8.8

Berikut ini adalah fungsi tiap icon yang terdapat pada *toolbar software* Arduino IDE:

1.  (*Verify*) : Berfungsi memeriksa kode yang disusun
2.  (*Upload*) : Menyusun kode program dan memasukkannya ke dalam modul Arduino
3.  (*New*) : Membuat *sketch* baru.
4.  (*Open*) : Menampilkan daftar *sketch* yang pernah dibuat.
5.  (*Save*) : Menyimpan *sketch*.
6.  (*Serial Monitor*): Membuat *serial monitor*.

Pemrograman Arduino Nano dimulai dengan menuliskan kode program Alat Penghitung Tetes Infus dalam area *text editor*, sesuai dengan *flowchart*.



```

yudis2 | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help
yudis2
#include <EEPROM.h>
#include "U8glib.h"
U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NONE | U8G_I2C_OPT_DEV_0);
#define kurang 6
#define tambah 5
#define cancel 3
#define ok 4
#define buzzer 9
int dataIR, dataA, menu, TPM, batre, setTPM, setML, bbtpm, batpm, hitungts;
float ukur;
const int IR = 11;
volatile byte tpmcount;
unsigned int tpm;
unsigned long timeold;
//int half_revolutions = 0;
//int tpm = 0;
//unsigned long lastmillis = 0;
int epTPM = 1;
int epML = 2;
void tpm_hitung()
{
  tpmcount++;
  hitungts++;
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
}
void setup()
{

```

Gambar 3.7 Contoh kode program yang telah dituliskan di *text editor*

Proses berikutnya adalah memverifikasi program untuk memastikan program yang ditulis sesuai dengan kode pemrograman arduino. Jika berhasil

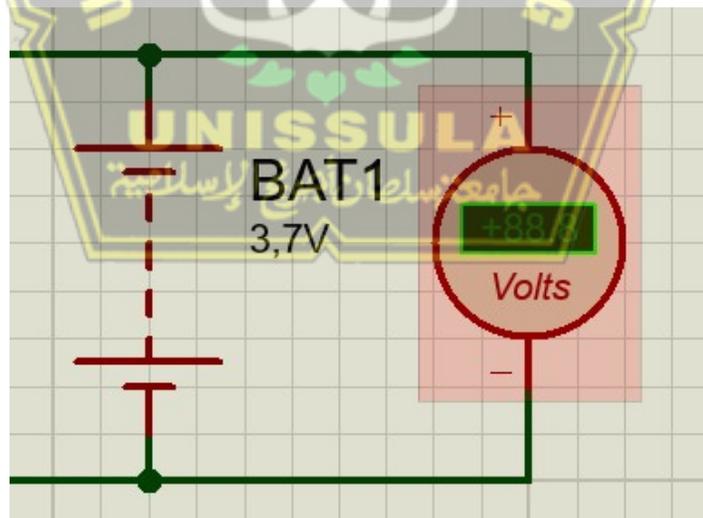
akan muncul tampilan “*Done compiling*”. Tahap berikutnya kita tinggal mengupload program ke arduino sampai muncul “*Done uploading*” pada status bar. Proses pemrograman selesai dan arduino siap dipasang ke rangkaian Alat Penghitung Dosis Tetes Infus.

3.6. Perancangan Pengujian Alat

Setelah bagian *hardware* dan *software* selesai dibuat, maka proses berikutnya adalah pengujian alat secara keseluruhan. Pengujian yang akan dilakukan terhadap Alat Penghitung Dosis Tetes Infus yaitu pengujian pada rangkaian *charge* baterai, rangkaian *step up* dan pengujian fungsi alat.

3.6.1. Pengujian Baterai Li-ion

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan baterai (3,7 – 4,2 Volt DC) dengan membandingkan dengan nilai ADC tegangan dari *microcontroller* arduino nano yang nantinya akan dilihat dalam persentase baterai (0-100%). Pengukuran dilakukan menggunakan *multimeter digital*.

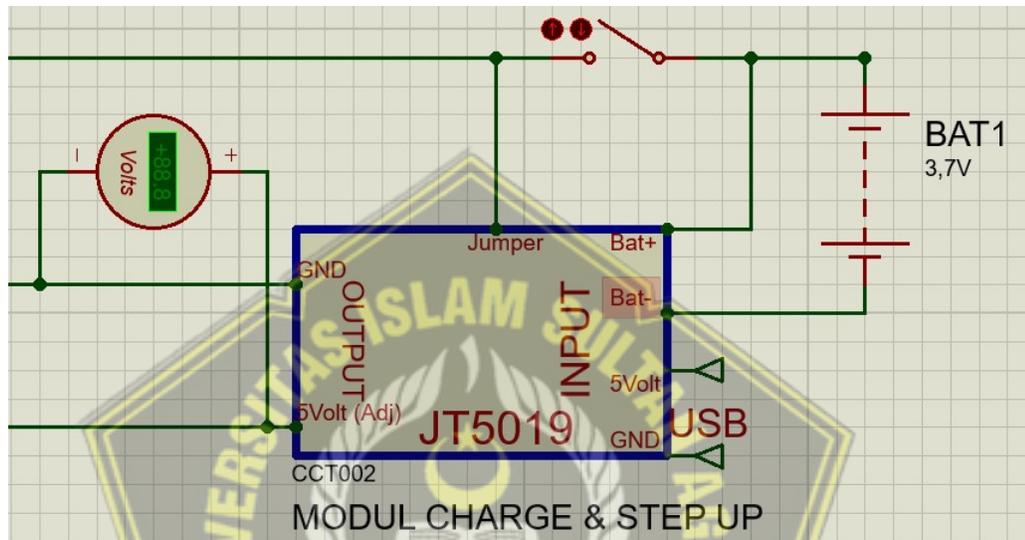


Gambar 3.8 Wiring pengujian baterai li-ion

Hasil pengukuran akan dimasukkan ke dalam tabel 4.1 dan selisih hasil pengukuran akan dianalisis di Bab IV.

3.6.2. Pengujian Rangkaian *Step up*

Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan tegangan *output* yang keluar dengan penggunaan nilai *resistor* yang digunakan. Nilai yang diketahui V_{ref} 0,6 Volt dan R_2 2K2 Ohm

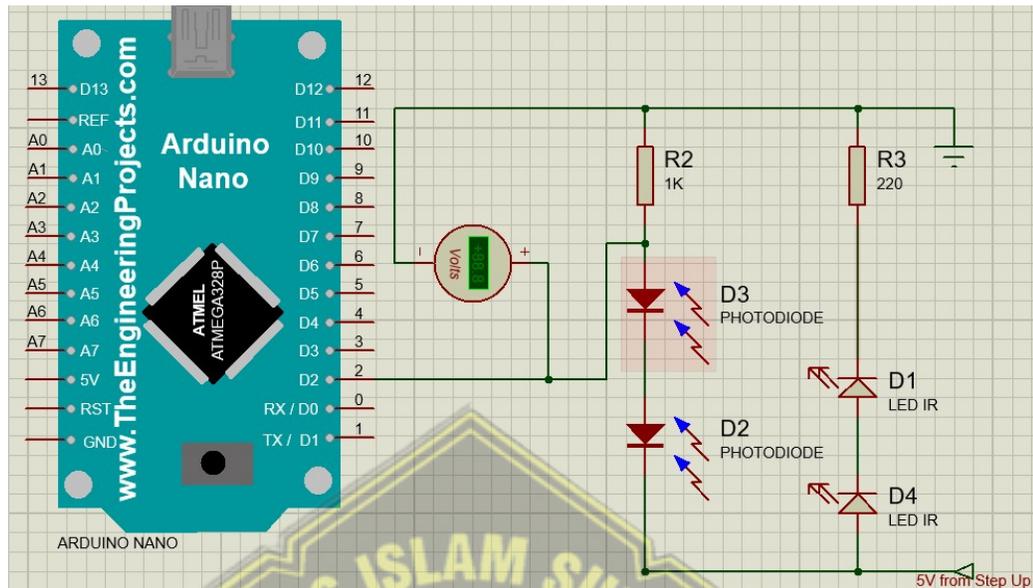


Gambar 3.9 Wiring pengujian rangkaian *step up*

Hasil pengukuran akan dimasukkan ke dalam tabel 4.2 dan selisih hasil pengukuran akan dianalisis di Bab IV.

3.6.3. Pengujian Rangkaian *Optocoupler*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan antara *photodiode* yang masuk ke pin 2 *microcontroller* saat mendeteksi tetesan dari cairan infus dan ketika tidak ada cairan. Pengukuran dilakukan menggunakan *multimeter digital*.

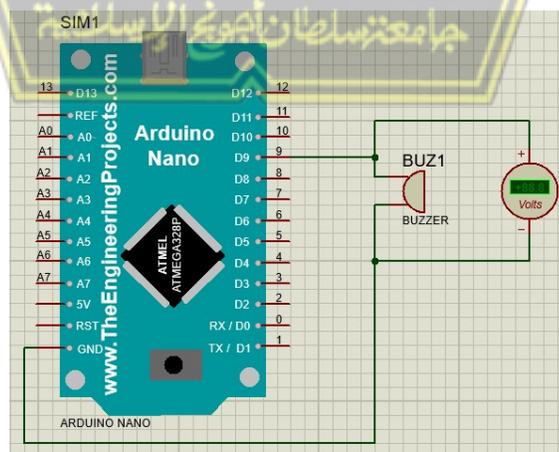


Gambar 3.10 Wiring pengujian rangkaian *optocoupler*

Hasil pengukuran akan dimasukkan ke dalam tabel 4.3 dan hasil pengukuran akan dianalisis di Bab IV.

3.6.4. Pengujian Rangkaian *Buzzer*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan *microcontroller* pada pin 9 yang diberikan kepada *buzzer* sebagai *output* saat menyala dan mati. Pengukuran dilakukan menggunakan *multimeter digital*.



Gambar 3.11 Wiring pengujian rangkaian *buzzer*

Hasil pengukuran akan dimasukkan ke dalam tabel sebagaimana tabel 4.4 dan hasil pengukurannya akan dianalisis di Bab IV.

3.6.5. Pengujian Fungsi Alat

Pengujian fungsi alat bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dan presisi alat dalam mengukur jumlah volume dan kecepatan tetes infus yang dibaca.

A. Pengujian Volume Dosis Infus

Untuk mengetahui kesesuaian volume dosis yang sudah dikeluarkan, digunakan gelas ukur untuk menampung cairan infus dan dibandingkan dengan pembacaan alat. Pengujian ini dilakukan menggunakan infus set mikro dan makro. Hasil penghitungan akan dimasukkan ke dalam tabel 4.5 dan akan dianalisa pada Bab IV.

B. Pengujian Kecepatan Tetes Infus

Untuk mengetahui kesesuaian kecepatan tetes infus yang digunakan adalah dengan bantuan *stop watch*. Caranya dengan memasang alat ke infus set makro dan mikro, kemudian atur kecepatan infus pada *clamp* infus, hingga kecepatan stabil. Setelah stabil hitung jumlah tetesannya selama 60 detik dan dibandingkan dengan kecepatan tetes infus yang terbaca oleh alat di monitor. Pada pengujian ini dilakukan pada 4 kondisi pencahayaan, yaitu 0 Lux, 23 Lux, 47 Lux, dan 58 Lux. Pengukuran kondisi pencahayaan ini diukur menggunakan sensor pada *Smartphone Samsung S7 Edge*.

BAB IV
PENGUJIAN dan ANALISA

4.1. Data Pengukuran Alat

4.1.1. Pengukuran Baterai Li-Ion

Pengukuran baterai li-ion dilakukan dalam beberapa kondisi sample persen baterai saat dipakai. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran tegangan baterai dengan *multimeter* digital Zotek ZT-X dengan nilai tegangan yang yang dikonversi pada pembacaan ADC *microkontroller*. Hasil pengukuran disajikan pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran baterai li-ion

Kodisi Pengukuran	Tegangan Baterai	Konfersi % ke Volt (ADC)	Selisih Pengukuran
0 %	3,73 Volt	3,721 Volt	0,009 Volt
9 %	3,786 Volt	3,755 Volt	0,031 Volt
18 %	3,836 Volt	3,799 Volt	0,037 Volt
27 %	3,869 Volt	3,843 Volt	0,026 Volt
36 %	3,91 Volt	3,887 Volt	0,023 Volt
48 %	3,98 Volt	3,985 Volt	0,005 Volt
54 %	3,99 Volt	3,975 Volt	0,015 Volt
71 %	4,08 Volt	4,058 Volt	0,022 Volt
83 %	4,11 Volt	4,116 Volt	0,006 Volt
100%	4,19Volt	4,199 Volt	0,009 Volt

4.1.2. Pengukuran Rangkaian *Step up*

Pengukuran rangkaian *step up* dilakukan pada keluaran tegangan modul *step up* dan pengukuran nilai *resistor variable* dan dibandingkan dengan nilai tegangan berdasarkan perhitungan.

Tabel 4.2 Hasil pengukuran rangkaian *step up*

Pengukuran Vout	Pengukuran R1	Pengukuran R3	Perhitungan Vout	Selisih Vout
5,050 Volt	89,8 K Ohm	10,1 K Ohm	$= 0,6 \left(1 + \frac{89,8K}{2,2K + 10,1K} \right)$ $= 0,6 \left(1 + \frac{89,8K}{12,3K} \right)$ $= 0,6 \left(1 + \frac{89,8K}{12,3K} \right)$ $= 0,6(1 + 7,3)$ $= 0,6 \times 8,3$ $= 4,98 \text{ Volt}$	0,07 Volt

4.1.3. Pengukuran Rangkaian *Optocoupler*

Pengukuran rangkaian *optocoupler* dilakukan pada pin 2 *microcontroller* pada saat *optocoupler* mendeteksi tetesan dan tidak.

Tabel 4.3 Hasil pengukuran rangkaian *optocoupler*

Kondisi	Tegangan Pin 2
Ada Tetesan	
Tidak Ada Tetesan	

4.1.4. Pengukuran Rangkaian *Buzzer*

Pengukuran rangkaian *buzzer* dilakukan pada pin 9 *microcontroller* pada saat *buzzer* berbunyi dan tidak.

Tabel 4.4 Hasil pengukuran rangkaian *buzzer*

Kondisi	Tegangan Pin 9
<i>Buzzer</i> Berbunyi	
<i>Buzzer</i> Mati	

4.1.5. Pengukuran Volume Dosis Infus

Pengukuran volume dosis infus dilakukan menggunakan gelas ukur yang dilihat pada waktu gelas menunjukkan 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml menggunakan faktor tetes 20 tetes/ml dan 60 tetes/ml kemudian dibandingkan dengan pembacaan alat.

Tabel 4.5 Hasil pengukuran volume dosis infus faktor tetes 20 tetes/ml

Volume Pembacaan Gelas Ukur (ml)	Volume Pembacaan dari Alat (ml)	Selisih (ml)
1	1,05	0,05
2	2,05	0,05
3	3,05	0,05
4	4,05	0,05
5	5,05	0,05

Tabel 4.6 Hasil pengukuran volume dosis infus faktor tetes 60 tetes/ml

Volume Pembacaan Gelas Ukur (ml)	Volume Pembacaan dari Alat (ml)	Selisih (ml)
1	0,97	0,03
2	1,89	0,11
3	2,91	0,9
4	3,86	0,14
5	4,79	0,21

4.1.6. Pengukuran Kecepatan Tetes Infus

Pengukuran kecepatan tetes infus dilakukan dengan membandingkan kecepatan tetes infus yang dibaca alat dengan kecepatan perhitungan manual dengan bantuan *stopwatch* selama 60 detik pada beberapa kondisi pencahayaan.

Tabel 4.7 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 0 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan <i>stopwatch</i>	Selisih
I	12	12	0
II	24	25	1
III	28	29	1
IV	36	39	3
V	44	45	1
VI	52	54	2
VII	56	56	0
VIII	68	70	2
IX	76	74	2
X	88	87	1

Tabel 4.8 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 23 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	12	14	2
II	20	21	1
III	24	26	2
IV	36	37	1
V	44	45	1
VI	48	48	0
VII	56	57	1
VIII	68	68	0
IX	76	77	1
X	88	86	2

Tabel 4.9 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 47 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	12	14	2
II	20	22	2
III	24	26	1
IV	36	37	1
V	44	42	2
VI	48	50	2
VII	56	56	0
VIII	68	69	1
IX	76	76	0
X	88	90	2

Tabel 4.10 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 58 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	8	10	2
II	16	16	0
III	20	21	1
IV	24	26	2
V	36	39	3
VI	44	47	3
VII	48	49	1
VIII	56	57	1
IX	60	61	1
X	76	75	1

Tabel 4.11 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 0 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	6	7	1
II	18	18	0
III	20	19	1
IV	24	23	1
V	33	34	1
VI	36	39	3
VII	48	49	1
VIII	51	52	1
IX	60	61	1
X	75	77	2

Tabel 4.12 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 23 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	6	7	1
II	18	21	3
III	24	23	1
IV	33	32	1
V	36	38	2
VI	48	47	1
VII	51	52	1
VIII	54	54	0
IX	60	62	2
X	75	75	0

Tabel 4.13 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 47 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	6	7	1
II	18	20	2
III	21	19	2
IV	24	24	0
V	33	32	1
VI	36	37	1
VII	48	47	1
VIII	50	51	1
IX	60	61	1
X	75	74	1

Tabel 4. 14 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 58 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih
I	6	7	1
II	18	20	2
III	21	20	1
IV	24	26	2
V	33	32	1
VI	36	37	1
VII	45	45	0
VIII	51	52	1
IX	60	61	1
X	75	74	1

4.2. Analisis Data

4.2.1. Analisa Hasil Pengukuran Tegangan Baterai Li-Ion

Dari hasil pengukuran baterai li-ion yang disajikan pada tabel 4.1 didapatkan hasil pengukuran tegangan baterai li-ion pada beberapa kondisi *sampling* baterai. Mapping baterai menggunakan 10 bit ADC arduino sehingga memiliki nilai sebanyak 1024 (0-1023) dengan tegangan referensi 5 Volt. Pada kondisi baterai 48%, jika kita lihat pada tabel *mapping* (LAMPIRAN) memiliki nilai ADC 808 dan kita konversikan menjadi tegangan seperti berikut.

$$\text{Tegangan Mapping} = \left[\frac{808 \times 5}{1024} \right]$$

$$\text{Tegangan Mapping} = 3,945 \text{ Volt}$$

Sehingga diperoleh tingkat akurasinya dibandingkan tegangan yang diukur dengan *multimeter* sebagai berikut

$$\text{Akurasi} = \left[\frac{3,98 \text{ V}}{3,945 \text{ V}} \right] \times 100\%$$

$$\text{Akurasi} = 99,11\%$$

Tabel 4.15 Analisis pengukuran tegangan baterai li-ion

Kodisi Pengukuran	Tegangan Baterai	Konfersi % ke Volt (ADC)	Selisih Pengukuran	Persentase
2 %	3,73 Volt	3,721 Volt	0,009 Volt	99,76 %
9 %	3,786 Volt	3,755 Volt	0,031 Volt	99,17 %
18 %	3,836 Volt	3,799 Volt	0,037 Volt	99,03 %
27 %	3,869 Volt	3,843 Volt	0,026 Volt	99,32 %
36 %	3,91 Volt	3,887 Volt	0,023 Volt	99,41 %
48 %	3,98 Volt	3,945 Volt	0,035 Volt	99,11 %
54 %	3,99 Volt	3,975 Volt	0,015 Volt	99,62 %
71 %	4,08 Volt	4,058 Volt	0,022 Volt	99,46 %
83 %	4,11 Volt	4,116 Volt	0,006 Volt	99,85 %
100%	4,19Volt	4,199 Volt	0,009 Volt	99,79 %

Hasil pada tabel 4.15 terlihat akurasi persentase mencapai 99,03 – 99,85 % mendekati *mapping* persentase kondisi baterai yang diinginkan. Mapping ini sendiri disesuaikan dengan rentang tegangan yang diperlukan, yaitu 3,7 – 4,2 Volt sesuai *datasheet* baterai.

4.2.2. Analisa Hasil Pengujian Rangkaian *Step up*

Dari hasil pengujian rangkaian *step up* yang disajikan pada tabel 4.2 didapatkan hasil pengukuran tegangan V_{out} sebesar 5,050 V, dengan nilai R_1 89,8 K Ohm dan nilai R_3 seri total 12,3 K Ohm. Sehingga didapatkan nilai V_{out} perhitungan 4,98 V. Dari perbedaan nilai tersebut didapatkan kesalahan *absolut* sebesar 0,07 V dengan kesalahan relatif pengukuran tegangan adalah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan relatif} &= \left[\frac{0,07 \text{ V}}{4,98 \text{ V}} \right] \times 100\% \\ &= 1,405\% \end{aligned}$$

4.2.3. Analisa Hasil Pengujian Rangkaian *Optocoupler*

Dari hasil pengujian rangkaian *optocoupler* yang disajikan pada tabel 4.3 didapatkan hasil pengukuran tegangan yang masuk ke *microcontroller* adalah 4,31 Volt untuk bisa mendeteksi adanya cairan yang menetes. Tegangan tersebut sudah cukup untuk memberikan nilai *high* atau 1 pada *microcontroller*.

4.2.4. Analisa Hasil Pengujian Rangkaian *Buzzer*

Dari hasil pengujian rangkaian *buzzer* yang disajikan pada tabel 4.4 didapatkan hasil pengukuran tegangan yang masuk ke *buzzer* adalah 5,04 Volt untuk mengaktifkan *buzzer*. Tegangan tersebut sudah cukup untuk mengaktifkan *buzzer* dengan tegangan normal yang dibutuhkan 3-5 Volt.

4.2.5. Analisa Hasil Pengujian Volume Dosis Infus

Hasil pengujian volume dosis infus dilakukan menggunakan 2 jenis infus set bergantian dan menggunakan gelas ukur ukuran 10 ml yang ditempatkan di ujung keluar infus setelah alat mulai dijalankan. Pada tabel 4.16 pembacaan gelas ukur 5 ml, pada alat terbaca 5,05 ml. Terjadi selisih 0,05 ml atau setara dengan 1 tetesan infus makro. Dari data ini kita peroleh

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan absolut} &= 5,05 \text{ ml} - 5 \text{ ml} \\ &= 0,05 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kesalahan relatif} &= \left[\frac{0,05 \text{ ml}}{5 \text{ ml}} \right] \times 100\% \\ &= 1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Akurasi} &= 100 - \left[\frac{0,05 \text{ ml}}{5 \text{ ml}} \right] \times 100\% \\ &= 99\% \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Analisis pengukuran volume dosis infus faktor tetes 20 tetes/ml

Volume Pembacaan Gelas Ukur (ml)	Volume Pembacaan dari Alat (ml)	Selisih (ml)	Akurasi
1	1,05	0,05	95%
2	2,05	0,05	97,5%
3	3,05	0,05	98,34%
4	4,05	0,05	98,75%
5	5,05	0,05	99%

Pada tabel 4.16 ini diketahui nilai akurasi alat untuk pembacaan volume dengan faktor tetes 20 berada pada nilai 95-99%. Dengan selisih setiap pengukuran 0,05. Hal ini bisa disebabkan adanya kelebihan 1 tetes yang sudah dideteksi alat namun belum keluar dari ujung infus. Karena memang terjadi jeda waktu tetesan pada *chamber* dan ujung *infusion set*.

Dan pada tabel 4.17 pembacaan gelas ukur 3 ml, pada alat terbaca 2,91 ml. Terjadi selisih 0,09 ml. Hal ini bisa disebabkan karena tetesan di *chamber* infus set tidak sama dengan tetesan di ujung selang infus set. Tetesan di ujung infus set menetes setiap 3 kali tetesan di *chamber*. Selain itu besaran volume setiap 1 tetes infus dengan faktor tetes 60 adalah 0,01666667 ml/tetes sedangkan nilai yang ditampilkan pada alat hanya 2 angka dibelakang koma sehingga memungkinkan terjadinya selisih pembacaan yang tidak ditampilkan.

Tabel 4.17 Analisis pengukuran volume dosis infus faktor tetes 60 tetes/ml

Volume Pembacaan Gelas Ukur (ml)	Volume Pembacaan dari Alat (ml)	Selisih (ml)	Akurasi
1	0,97	0,03	97%
2	1,89	0,11	94,5%
3	2,91	0,09	97%
4	3,86	0,14	96,5%
5	4,79	0,21	95,8%

Pada tabel 4.17 ini diketahui nilai akurasi alat untuk pembacaan volume dengan faktor tetes 60 berada pada nilai 94,5-97%.

4.2.6. Analisa Hasil Pengujian Kecepatan Tetes Infus

Hasil pengujian kecepatan tetes infus ini dibandingkan dengan metode menghitung banyaknya tetesan selama 1 menit yang menjadi pembacaan kecepatan tetes per menit secara *real*.

Tabel 4.18 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 0 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	12	12	0	100 %
II	24	25	1	96 %
III	28	29	1	96,55 %
IV	36	39	3	92,3 %
V	44	45	1	97,78 %
VI	52	54	2	96,3 %
VII	56	56	0	100 %
VIII	68	70	2	97,14 %
IX	76	74	2	97,3 %
X	88	87	1	98,85 %

Tabel 4.19 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 23 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	12	14	2	85,71 %
II	20	21	1	95,24 %
III	24	26	2	92,3 %
IV	36	37	1	97,3 %
V	44	45	1	97,78 %
VI	48	48	0	100 %
VII	56	57	1	94,25 %
VIII	68	68	0	100 %
IX	76	77	1	98,7 %
X	88	86	2	97,67 %

Tabel 4.20 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 47 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	12	14	2	85,71 %
II	20	22	2	90,9 %
III	24	26	1	96,15 %
IV	36	37	1	97,3 %
V	44	42	2	95,24 %
VI	48	50	2	96 %
VII	56	56	0	100 %
VIII	68	69	1	98,21 %
IX	76	76	0	100 %
X	88	90	2	97,78 %

Tabel 4.21 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set makro kondisi 58 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	8	10	2	80 %
II	16	16	0	100 %
III	20	21	1	95 %
IV	24	26	2	92,31 %
V	36	39	3	92,31 %
VI	44	47	3	93,62 %
VII	48	49	1	97,96 %
VIII	56	57	1	98,25 %
IX	60	61	1	98,36 %
X	76	75	1	98,67 %

Tabel 4.22 Perbandingan akurasi kecepatan tetes infus set makro berdasarkan kondisi cahaya

Kondisi Pencahayaan	Akurasi	Selisih	Rata-Rata Akurasi
0 Lux	92,3-100 %	0-3 tetes per menit	97,22 %
23 Lux	85,71-100%	0-2 tetes per menit	95,90 %
47 Lux	85,71-100%	0-2 tetes per menit	95,73 %
58 Lux	80-100%	0-3 tetes per menit	94,65 %

Pada tabel 4.22 diketahui nilai akurasi alat untuk pembacaan kecepatan dengan beberapa kondisi pencahayaan dan juga selisih kecepatannya pada infuse set makro. Jika digabungkan, nilai akurasinya 80-100%. Pada tabel 4.21 saat kecepatan tetesan yang terbaca alat 60 tetes/menit, perhitungan dengan stopwatch selama 60 detik terhitung 61 tetes/menit. Hal ini bisa disebabkan karena kecepatan infus yang berubah pada waktu sampling 60 detik tersebut dan mempengaruhi pembacaan kecepatan pada alat yang menggunakan metode *sampling* kecepatan 3 tetesan. Selain itu kondisi pencahayaan juga mempengaruhi sensitifitas sensor

walaupun sedikit. Infus yang bergerak atau tidak lurus atau posisi sensor yang kurang tepat lebih mempengaruhi sensor dalam mendeteksi tetesan.

abel 4.23 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 0 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	6	7	1	85,71 %
II	18	18	0	100 %
III	20	19	1	94,44 %
IV	24	23	1	95,65 %
V	33	34	1	97,05 %
VI	36	39	3	92,3 %
VII	48	49	1	97,96 %
VIII	51	52	1	98,08 %
IX	60	61	1	98,36 %
X	75	77	2	97,4 %

Tabel 4.24 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 23 Lux

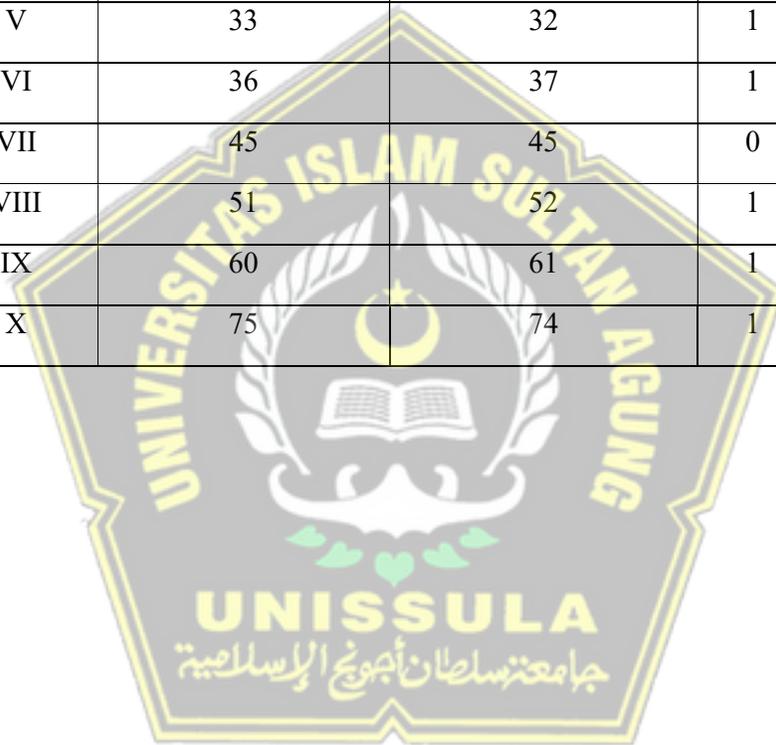
Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	6	7	1	85,71 %
II	18	21	3	85,71 %
III	24	23	1	95,65 %
IV	33	32	1	96,88 %
V	36	38	2	94,74 %
VI	48	47	1	97,87 %
VII	51	52	1	98,08 %
VIII	54	54	0	100 %
IX	60	62	2	96,77 %
X	75	75	0	100 %

Tabel 4.25 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 47 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	6	7	1	85,71 %
II	18	20	2	90 %
III	21	19	2	89,47 %
IV	24	24	0	100 %
V	33	32	1	96,88 %
VI	36	37	1	97,3 %
VII	48	47	1	97,87 %
VIII	50	51	1	98,04 %
IX	60	61	1	98,36 %
X	75	74	1	98,65 %

Tabel 4. 26 Hasil pengukuran kecepatan tetes infus dengan infus set mikro kondisi 58 Lux

Percobaan	Kecepatan pembacaan alat	Kecepatan bantuan stopwatch	Selisih	Akurasi
I	6	7	1	85,71 %
II	18	20	2	90 %
III	21	20	1	95 %
IV	24	26	2	92,3 %
V	33	32	1	96,88 %
VI	36	37	1	97,3 %
VII	45	45	0	100 %
VIII	51	52	1	98,08 %
IX	60	61	1	98,36 %
X	75	74	1	98,65 %



Tabel 4.27 Perbandingan akurasi kecepatan tetes infus set makro berdasarkan kondisi cahaya

Kondisi Pencapaian	Akurasi	Selisih	Rata-rata Akurasi
0 Lux	86,71-100 %	0-3 tetes per menit	95,70 %
23 Lux	85,71-100%	0-2 tetes per menit	95,14 %
47 Lux	85,71-100%	0-2 tetes per menit	95,23 %
58 Lux	85,71-98,65%	0-2 tetes per menit	95,23 %

Pada tabel 4.27 diketahui nilai akurasi alat untuk pembacaan kecepatan dengan beberapa kondisi pencapaian dan juga selisih kecepatannya. Jika digabungkan, nilai akurasinya 85,71-100%. Pada tabel 4.26 saat kecepatan tetesan yang terbaca alat 51 tetes/menit, perhitungan dengan stopwatch selama 60 detik terhitung 52 tetes/menit. Hal ini bisa disebabkan karena kecepatan infus yang berubah pada waktu sampling 60 detik tersebut dan mempengaruhi pembacaan kecepatan pada alat yang menggunakan metode *sampling* kecepatan 3 tetesan. Selain itu kondisi pencapaian juga mempengaruhi sensitifitas sensor walaupun sedikit. Infus yang bergerak atau tidak lurus atau posisi sensor yang kurang tepat juga mempengaruhi sensor dalam mendeteksi tetesan terutama pada tetesan infus set mikro yang lebih kecil dari tetesan infus makro.

Tabel 4.28 Perbandingan rata-rata akurasi sensor berdasarkan kondisi pencapaian

Kondisi Pencapaian	Rata-rata Akurasi	Rata-rata akurasi 2 jenis infus set
0 Lux infus set makro	95,70 %	96,46 %
0 Lux infus set mikro	97,22 %	
23 Lux infus set makro	95,14 %	95,52 %
23 Lux infus set mikro	95,90 %	
47 Lux infus set makro	95,23 %	95,48 %
47 Lux infus set mikro	95,73 %	
58 Lux infus set makro	95,23 %	94,94 %
58 Lux infus set mikro	94,65 %	

Pada tabel 4.28 diketahui nilai rata-rata akurasi alat untuk pembacaan kecepatan dengan beberapa kondisi pencahayaan. Terlihat pada kondisi 0 Lux, akurasinya paling tinggi mencapai 96,46 %. Hal ini disebabkan karena pada saat kondisi minim cahaya, minim pula cahaya di luar *IR LED* yang mengganggu sensor. Sedangkan pada kondisi 58 Lux akurasinya turun menjadi 94,94 % karena sedikit terganggu dari cahaya di luar *IR LED*.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah menjalani tahapan perancangan, pembuatan hingga pengujian terhadap Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino, dihasilkan beberapa kesimpulan.

1. Pengoptimalan sensor *optocoupler* pada “Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino” supaya bisa mendeteksi tetesan infus dengan baik dilakukan dengan pemilihan ukuran sensor sesuai dengan chamber infus set yang tidak begitu besar. Penggunaan 2 sensor ukuran 3 mm yang disusun secara seri dan horizontal lebih disarankan dibandingkan dengan 1 sensor ukuran 5 mm. Hal ini untuk menghindari tetesan infus yang bergoyang atau posisi tetesan tidak tepat ditengah. Selain itu pemilihan resistor pada sensor harus dipastikan bisa memberikan nilai yang mendeklarasikan *High* dan *Low* ke mikrokontroler.
2. Keakurasian sensor *optocoupler* yang digunakan dalam “Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino” dalam menampilkan kecepatan tetes infus mencapai 80-100% untuk infus set makro dan 85,71-100% untuk infus set mikro. Dan untuk akurasi pembacaan volume infus yang terbaca mencapai 95-99% dengan infus set makro dan 94,5-97% dengan infus set 60 mikro.
3. Pengaruh berbagai pencahayaan ruangan terhadap keakurasian sensor, dihasilkan semakin gelap ruangan atau minim gangguan cahaya lain semakin akurat sensor *optocoupler*. Dengan rata-rata akurasi pada kondisi 0 Lux 96,46%, 23 Lux 95,52%, 47 Lux 95,48% dan 58 Lux 94,94%.

5.2. Saran

Dalam Alat Penghitung Dosis Tetes Infus Berbasis Arduino terdapat beberapa hal yang perlu untuk dikembangkan dan diperbaiki dalam penelitian berikutnya.

1. Perlu pengembangan program agar pembacaan sensor lebih stabil.
2. Perlu pengembangan desain sensor supaya dapat menempel pada *chamber* infus dengan baik disegala merek infus set.
3. Ukuran alat masih terlalu besar dan berat sehingga menyulitkan pemasangan pada tiang infus dan infus set
4. Main unit sebagai penampil bisa digantikan dengan android sehingga yang menempel pada infus set hanya sensor.



DAFTAR PUSTAKA

- Battery, E. (2003). Lithium-Ion Battery LIR18650 2600mAh Datasheet. *Linear Technology Corporation*, 1–16.
<https://www.ineltro.ch/media/downloads/SAAItem/45/45958/36e3e7f3-2049-4adb-a2a7-79c654d92915.pdf>
- Diantara, M. Y. (2016). *Arduino Itu Pintar (I)*. PT Elex Media Komputindo.
- Handayani, Y., & Lisum, K. (2020). FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEPATUHAN PERAWAT DALAM MEMANTAU CAIRAN INFUS. *Jurnal Ilmu Keperawatan Dan Kebidanan*, 11(2), 328.
<https://doi.org/10.26751/jikk.v11i2.663>
- Iskandar, D., Syaifudin, S. T., MT, A. K., & STT, M. T. (n.d.). *Analisis Infus Set Terhadap Keakurasian Infus Pump Di Ruang ICU RSUD Karanganyar*. Surabaya.
- Keperawatan, D. (2017). *MENGENAL BAGIAN INFUS DAN TRANFUSI SET BESERTA FUNGSINYA*. <http://macrofag.blogspot.com/2017/10/mengenal-bagian-infus-dan-tranfusi-set.html>
- Mahardhika, G. P., & Herawati, M. (2015). Rancang Bangun Perangkat Pengendali Debit Tetesan Infus Otomatis Untuk Proses Terapi Infus. *Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMed)*, VI, 21–30.
- Oetari, R. A. (2018). *Teknik Aseptis* (Andayani (ed.)). Gajah Mada University Press. https://books.google.co.id/books?id=_T9VDwAAQBAJ
- Otsuka, I. (2007). *PEDOMAN CAIRAN INFUS (IX)*. PT OTSUKA INDONESIA.
- Pradanaputra, A. (2017). *Kebutuhan Air Bagi Tubuh Manusia dan Kehidupan Sehari-hari*. www.Keselamatankeluarga.Com.
<https://www.keselamatankeluarga.com/kebutuhan-air-bagi-tubuh-manusia/>
- Redaksi/Halosehat. (2015). *Akibat Kelebihan Cairan Infus pada Pasien*. <https://halosehat.com/review/tindakan-medis/akibat-kelebihan-cairan-infus>.
- Santosa, H. (2016). *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula (I)*. Elang Sakti.
- Sifa Fauziyyah, A. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Jumlah Tetes Dan Volume Sisa Cairan Infus Dengan Warning System Pada Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis Arduino. *Pillar of Physics*, 12, 25–30.
- Tampubolon, L. T. Y., Gunawan, I., Nasution, Z. M., Satria, H., Duemilanove, A., & Mega, A. (2021). *Rancang Bangun Alat Pemantau Infus Menggunakan*

Modul 433 Mhz dan Sensor Load Cell Berbasis Arduino Uno Teknik Informatika , STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar , Indonesia dinas dengan menekan tombol agar perawat segera mengganti botol cairan infus dengan . 1(2), 107–118.

Wadianto, W., & Fihayah, Z. (2016). Simulasi Sensor Tetesan Cairan, pada Infus Konvensional. *Jurnal Kesehatan*, 7(3), 394–401.

Zainuri, A., Santoso, D. R., & Muslim, M. A. (2012). Monitoring dan Identifikasi Gangguan Infus Menggunakan Mikrokontroler AVR. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 49–54.

