

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian Fikri Rangga Halim DKK (2016) meneliti tentang *syringe pump* dengan judul penelitian “Rancang Bangun *Syringe Pump* Menggunakan Motor *Stepper* Berbasis Arduino” didalam penelitian syring pump berfungsi untuk mendorong batang alat suntik agar dapat mengeluarkan cairan dengan rentang aliran berskala mikroliter sampai mililiter per menit secara berkala dengan ketelitian tinggi sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pemberian dosis kepada pasien. Penelitian merancang *syringe pump* dengan menggunakan *motor stepper* dengan batang ulir sebagai penggerak liniernya[6]. Dimana putaran *motor stepper* akan menghasilkan pergerakan linier secara berkala dan dapat dikontrol kecepatannya serta memiliki resolusi yang tinggi. *Syring pump* telah berhasil dibuat dan beroperasi secara akurat serta presisi dalam injeksi cairan. Namun dalam alat ini dikhususkan pada pasien rawat inap bukan alat yang *portable*[6].

Dari penelitian Thurman JE (2008) meneliti tentang *insulinpen* yang berjudul “*Analysis of Insulin Pen Devices for the Treatment of Diabetes Mellitus* “ bahwa pena insulin memungkinkan pengiriman insulin yang akurat, fleksibel, dan kurang rumit untuk pengobatan diabetes mellitus karena alat ini memungkinkan pemberian dosis kecil, dan dapat digunakan oleh pasien dengan keterbatasan, ketrampilan dan gangguan penglihatan, tetapi pasien harus berpendidikan tinggi dalam penggunaannya, dengan komunikasi lanjutan antara mereka dan penyedia layanan kesehatan mereka untuk memungkinkan kontrol glikemik yang baik[4].

Penelitian Atmajaya, Diani, dan Rahmayanti (2017) dengan judul penelitian “Evaluasi Cara Penggunaan Injeksi *Insulin Pen* Pada Penderita Diabetes Mellitus Di RSUD Ulin Banjarmasin”. Penelitian ini digunakan untuk menilai penggunaan injeksi insulin pen pada penderita diabetes mellitus di RSUD Ulin Banjarmasin. Penelitian ini menggunakan kuesioner demografi dan format penelitian dalam mengevaluasi cara penggunaan *injeksi insulin pen*[7]. Untuk mengoptimalkan penerapan injeksi *insulin pen* yang baik dan benar harus dilakukan program untuk mengevaluasi cara penggunaan *insulin pen*. Dalam penelitian ini harus meningkatkan evaluasi dalam penggunaan *insulin pen* yaitu dalam tahap membuang gelembung udara, yang dapat menyebabkan berkurangnya dosis yang masuk ke dalam tubuh responden[7].

Pada penelitian Prabowo dkk (2016) meneliti tentang Sistem pengukuran kadar gula darah *noninvasive* yang berjudul “Instrumentasi Alat Ukur Kadar Gula Darah *Non Invasive* Berbasiskan Arduino” bahwa sistem Instrumentasi alat ukur kadar gula darah *noninvasive* ini berbasiskan arduino dengan menggunakan perhitungan nilai konsentrasi larutan, dengan refraksi bidang getar gelombang cahaya oleh sensor *photodiode* dan LED 1600 L dan jari sebagai objek media pengukur dan metode *non invasive* tanpa melukai pasien[8]. Hasil dari penelitian semakin besar resolusi untuk arduino, maka akan semakin baik pula tingkat ketelitiannya. Penelitian ini berhasil dilakukan serta dapat dikembangkan lagi[8].

Dari penelitian Tabassum, Vanjerkhede, dan Bhyri (2016) meneliti tentang *insulin pump* yang berjudul “*Design of Insulin Pump*”. Didalam penelitian ini bahwa *insulin pump* digunakan untuk mengatur kadar glukosa darah dalam tubuh

sesuai dengan kebutuhan pasien DM. Sistem pengiriman insulin adalah menggunakan pompa *portable* dengan biaya rendah yang digunakan oleh pasien diabetes untuk mengelola insulin dan ketika mereka membutuhkannya secara berkala[3]. Alat pompa Insulin ini berhasil dikembangkan dan memiliki akurasi ketepatan dalam pemberian insulin[3].

Berdasarkan uraian diatas penulis ingin merancang dan mengembangkan alat injeksi insulin otomatis dengan 2 cara injeksi yakni basal (injeksi terus menerus secara berkala) dan bolus (injeksi ekstra) menggantikan penyuntikan secara konvensional, dengan menggunakan *motor stepper* dan batang ulir sebagai pendorong cairan insulin dalam proses injeksi.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus (DM) pada umumnya dikenal oleh masyarakat sebagai kencing manis[9]. Diabetes mellitus adalah suatu keadaan hiperglikemia kronik yang disertai dengan berbagai kelainan metabolik akibat gangguan hormonal, dapat menimbulkan berbagai komplikasi kronik pada anggota tubuh seperti mata, ginjal, dan pembuluh darah, disertai lesi pada membran basalis dalam pemeriksaan dengan mikroskop elektron[10]. Diabetes merupakan salah satu jenis penyakit degeneratif yang tidak dapat disembuhkan secara total tetapi dapat dikendalikan atau dikontrol tingkat gula darahnya[1]. Diabetes mellitus terbagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Diabetes Mellitus (DM) Tipe 1

Diabetes mellitus ini terjadi karena kekurangan insulin dalam darah yang disebabkan oleh kerusakan pada sel beta pancreas. Biasanya

mengenai anak-anak dan remaja sehingga DM ini disebut *juvenile* diabetes (diabetes usia muda), namun saat ini DM ini juga dapat terjadi pada orang dewasa. Faktor penyebab DM tipe 1 adalah infeksi *virus* dan reaksi *auto-imun* (rusaknya sistem kekebalan tubuh) yang merusak sel-sel penghasil insulin, yaitu sel β pada pankreas, secara menyeluruh. Oleh karena itu, pada tipe ini pankreas sama sekali tidak dapat menghasilkan insulin. DM ini juga disebut dengan *Insulin-Dependent Diabetes Mellitus* (IDDM)[2].

2. Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2

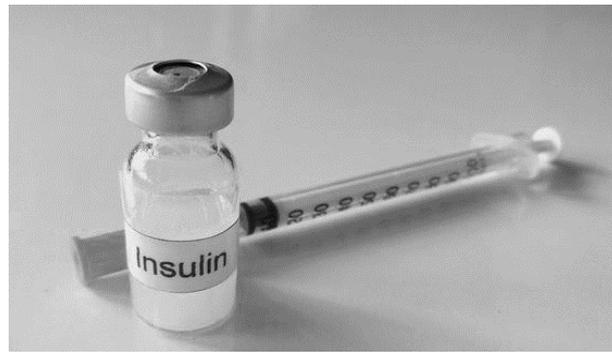
Diabetes Mellitus tipe 2 atau diabetes mellitus yang tidak tergantung pada insulin adalah kondisi sel-sel gagal dalam merespon insulin dengan baik hal tersebut yang mengakibatkan penyakit ini berkembang menjadi kurangnya insulin. Diabetes ini disebut *Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM)[3]

2.2.2. Terapi Insulin

Insulin merupakan terapi bagi penderita Diabetes yang paling tepat untuk mencapai target gula darah normal dibandingkan dengan cara lainnya. Penggunaan insulin lebih dini dipercaya dapat memperbaiki produksi sel β pankreas dan mencegah penggunaan beberapa macam obat atau kombinasi insulin di kemudian hari. Pada umumnya pengobatan atau terapi menggunakan insulin bukanlah pengobatan pada tahap akhir. Pendapat seperti ini dipercaya dan diungkapkan oleh banyak masyarakat yang menderita diabetes bahwasanya pengobatan insulin merupakan akhir dari penyakitnya. Pandangan ini muncul karena memori dari

banyak keluarga seperti kakek/nenek meninggal, gagal ginjal, amputasi kaki setelah terapi insulin[5]. Adapun gambar dari hormon insulin dapat dilihat pada gambar

2.1 hormon insulin



Gambar 2. 1 Hormon insulin

Pada hakikatnya pengobatan diabetes mellitus berfungsi menurunkan kadar glukosa dalam darah saat puasa dan setelah makan. Untuk mencapai sasaran pengobatan yang baik, maka diperlukan insulin dengan karakteristik insulin menyerupai orang sehat (insulin fisiologis), yaitu kadar insulin yang sesuai dengan kebutuhan puasa dan setelah makan[5].

a. Insulin dan Analognya

Insulin merupakan hormon yang dihasilkan oleh sel beta pulau-pulau langerhan kelenjar pankreas sedangkan Insulin analog adalah upaya untuk membuat insulin yang menyerupai *profile insulin* yang fisiologis (normal) di tubuh kita[5]. Pada dasarnya insulin terbagi menjadi dua yaitu :

1. Insulin Endogen

Insulin endogen adalah insulin yang dihasilkan oleh pancreas sendiri tanpa suntikan dari luar [5].

2. insulin Eksogen

insulin eksogen adalah insulin yang disuntikkan dari luar tubuh dengan kata lain insulin buatan yang dibuat seperti insulin endogen dan merupakan produk farmasi[5].

b. Efek Penggunaan Insulin.

Efek penggunaan insulin diantaranya sebagai berikut:

1. Mengontrol kadar gula tinggi (hiperglikemik) dan penurunan HbA1C
2. *Cardio protection*
3. Anti penyumbatan pipa darah
4. Vasodilatasi (melebarkan pipa darah)
5. Anti penggumpalan darah
6. Anti-thrombosis
7. Membangun hormon pertumbuhan
8. Anti peradangan
9. Anti oksidan.
10. Meningkatkan pembentukan tulang (peningkatan Osteogenesis)
11. Penurunan lipolysis (penurunan FFA & Trigliserida, peningkatan HDL-C
12. Penjagaan/penyediaan hormon Testosteron LH,

c. Komplikasi Penggunaan Insulin

1. Hipoglikemia

Hipoglikemia merupakan komplikasi paling penting dari pengobatan terapi insulin. Terapi insulin intensif untuk mencapai

sasaran glukosa darah atau kadar gula darah normal atau mendekati normal cenderung meningkatkan hipoglikemia karena dosis insulin yang berlebih atau jadwal penggunaan yang tidak tepat dan berlebih. Hipoglikemia itu sendiri adalah kekurangan kadar glukosa dalam darah karena efek samping dari terapi insulin[5].

2. Peningkatan Berat Badan

Pada pasien dengan kendali glukosa yang buruk, peningkatan berat badan dikarenakan terapi insulin memulihkan massa otot dan lemak pengaruh dari anabolik insulin[5].

3. Reaksi lokal terhadap suntikan insulin.

Lipohipertrofi merupakan pertumbuhan jaringan lemak yang berlebihan akibat pengaruh lipogenik dan *growth-promoting* dari kadar insulin yang tinggi di tempat penyuntikan. Hal itu dapat muncul pada pasien yang menjalani beberapa kali penyuntikan dalam sehari dan tidak melakukan rotasi tempat penyuntikan[5].

Pada table 2.1 merupakan table pemberian dosis insulin tergantung pada tingkat gula dalam darah.

Tabel 2. 1 Pemberian Dosis Insulin Sesuai Kadar Gula Darah

| Tingkat Gula Darah mg% | Dosis Insulin Unit |
|---------------------------|-----------------------|
| < 60 mg % | 0 Unit |
| < 200 mg % | 5 – 8 Unit |
| 200 – 250 mg % | 10 – 12 Unit |

Lanjut

Lanjut

| Tingkat Gula Darah mg% | Dosis Insulin Unit |
|---------------------------|-----------------------|
| 250 – 300 mg % | 15 – 16 Unit |
| 300– 350 mg % | 20 Unit |
| >350 | 20 – 24 Unit |

2.2.3. Arduino Uno

Arduino UNO merupakan *board* yang menggunakan *chip microcontroller* yang bersifat *open source* Atmega328 sebagai pusat kendalinya[11]. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital *input/output*, juga dilengkapi dengan 6 *input* analog, *Oscillator* eksternal dengan menggunakan kristal 16MHz, konektor USB, *jack* untuk *power supply*, *header* untuk ICSP, dan tombol *reset*. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang *microcontroller*, mudah menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya[12]. Adapun tabel spesifikasi dan gambar arduino uno dapat dilihat pada tabel 2.2 dan gambar 2.2.

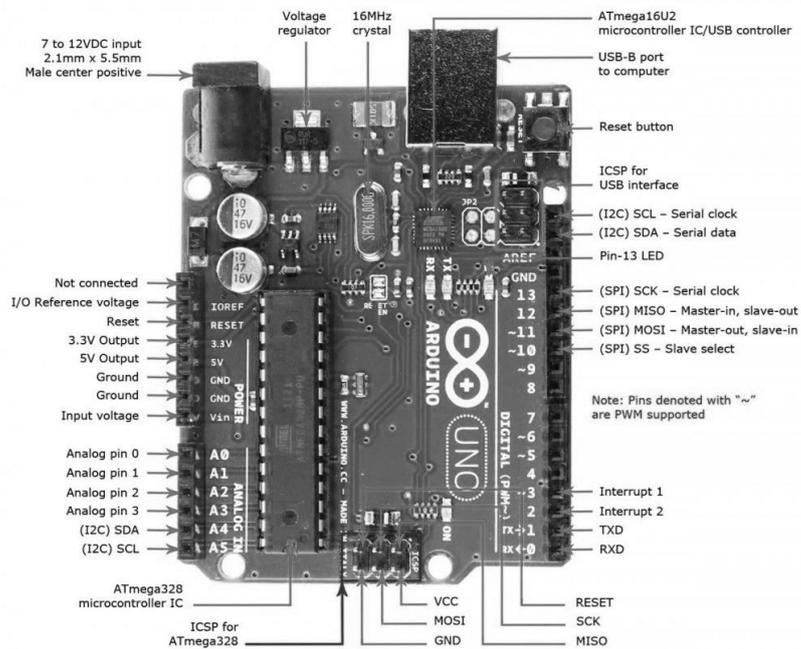
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno

| | |
|------------------------|-----------|
| <i>Microcontroller</i> | ATMega328 |
| Operasi Tegangan | 5 Volt |
| <i>Input</i> Tegangan | 7-12Volt |
| Pin I/O Digital | 14 |
| Pin Analog | 6 |
| Arus DC tiap pin I/O | 50mA |

Lanjut

Lanjut

| | |
|------------------------|--------|
| Arus DC ketika 3.3V | 50mA |
| Memori <i>flash</i> | 32 KB |
| SRAM | 2 KB |
| EEPROM | 1 KB |
| Kecepatan <i>clock</i> | 16 MHz |

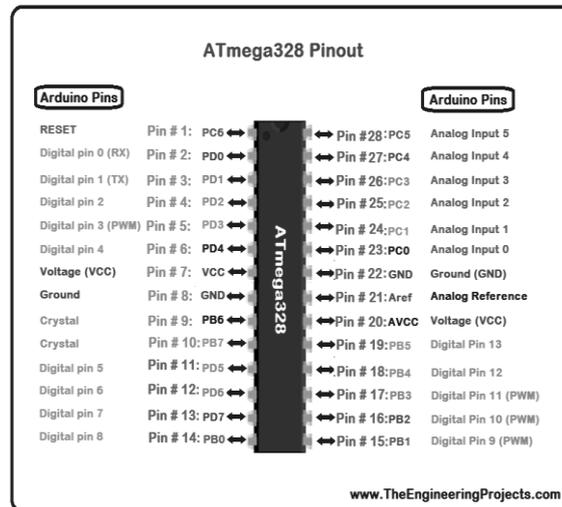


Gambar 2.2 Board Arduino Uno

2.2.4. ATmega 328

ATmega328 merupakan mikrokontroller keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe mikrokontroller yang sama dengan ATmega8 ini antara lain ATmega8535, Atmega16, ATmega32, ATmega328, yang membedakan antara mikrokontroller antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), peripheral (USART, *timer*, *counter*, dll). ATmega328 memiliki fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa mikrokontroller lainnya. ATmega328 dibekali memori serta

peripheral yang mumpuni yang hampir sama dengan ATmega8535, ATmega328 tetapi kekurangannya ada pada jumlah pin *input/output*nya sedikit [12]. Konfigurasi pin ATmega328 dapat dilihat Pada gambar 2.3

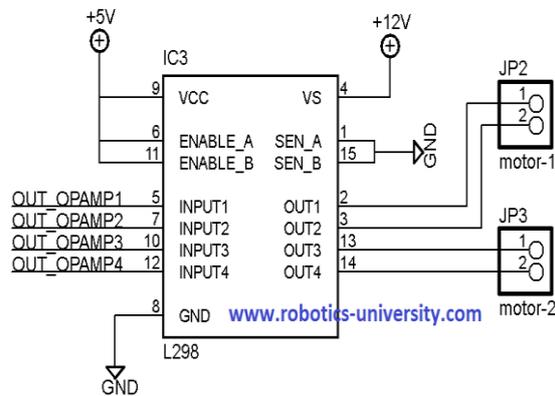


Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega 328

2.2.5. Driver Motor IC L298

IC L298 merupakan salah satu jenis IC *driver motor* yang dapat mengendalikan arah putaran motor. IC L298 mampu mengontrol dua buah motor DC sekaligus, tidak hanya dapat mengendalikan arah putaran *motor* saja tetapi juga dapat menjadi *driver motor stepper bipolar*. Kelemahan dari IC L298 ini adalah tidak mampu mengontrol dua buah *motor stepper* sekaligus [13].

Mampu mengeluarkan *output* tegangan untuk motor DC dan *motor stepper* sebesar 50 volt. IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc dan *motor stepper*. Adapun rangkaian *motor driver* pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Rangkaian *Driver* IC L298

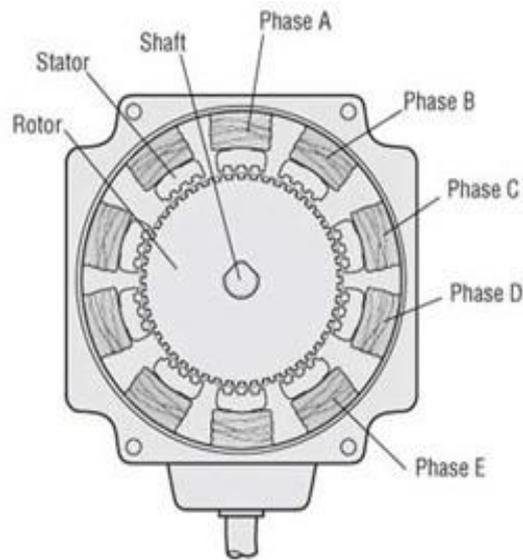
Deskripsi pin IC L298 :

1. V_s : tegangan *supply* IC yaitu 5V
2. V_{SS} : tegangan motor / beban, maksimal 40V
3. Enable : berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor. Dapat diatur kecepatan motor dengan menggunakan PWM.

2.2.6. *Motor Steper*

Motor stepper adalah perangkat elektronik yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronik menjadi gerakan mekanis diskrit. *Motor stepper* merupakan salah satu jenis motor DC yang tidak mempunyai kumparan pada bagian stator sedangkan pada bagian rotor merupakan *magnet* permanen. *Motor stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor.

Untuk menggerakkan sebuah *motor stepper* setiap pasang kumparan stator harus disambungkan dengan aliran listrik dan diputuskan secara bergantian dalam urutan yang besar. Dengan demikian, *input* ke motor berupa deretan pulsa yang menghasilkan *output* ke setiap pasang kumparan *stator*. Adapun diagram *motor stepper* dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Diagram Motor *Stepper*

Magnet permanen berputar ke arah medan magnet yang aktif. Apabila kumparan *stator* dialiri arus sedemikian rupa, sehingga akan timbul medan magnet dan *rotor* akan berputar mengikuti medan magnet tersebut. Setiap pengalihan arus ke kumparan berikutnya menyebabkan medan magnet berputas menurut suatu sudut tertentu.

2.2.7. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menampilkan *output* dari perancangan perangkat lunak, dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. Dalam pembuatan alat, LCD biasa digunakan untuk menunjukkan parameter seperti tegangan, arus, tekanan, suhu dan masih banyak lagi. Selain itu, LCD digunakan untuk jam tangan elektronik di kampus, hotel, dan tempat-tempat keagamaan dan sebagainya [14].

LCD 16x2 memiliki kontras tinggi dan lampu latar berbeda warna. LCD ini memiliki 8 bit data bus yang kompatibel dengan usia *microcontroller*. Daya

yang dibutuhkan untuk LCD rendah dan cukup terbatas. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah *filter* polarisasi (*polarizing filter*). LCD yang ada di pasaran dikategorikan menurut jumlah baris yang dapat digunakan pada LCD yaitu 1 baris , 2 baris , dan 4 baris yang dapat digunakan hingga 80 karakter. Berdasarkan namanya, LCD 2x16 berarti LCD ini memiliki 2 baris dan 16 kolom. Umumnya LCD yang digunakan adalah LCD dengan 1 *controller* yang memiliki 14 pin[14]. Adapun konfigurasi pin LCD dapat dilihat pada gambar 2.6 dan tabel 2.3.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Kaki LCD

Tabel 2. 3 Konfigurasi Pin LCD

| NO | Fungsi | Nama |
|----|--|-----------------|
| 1 | Tanah (0V) | Tanah |
| 2 | Tegangan suplai; 5V (4.7V - 5.3V) | V _{cc} |
| 3 | Penyesuaian kontras; melalui resistor variable | V _{EE} |

Lanjutan

Lanjut

| NO | Fungsi | Nama |
|-----------|---|-------------|
| 4 | Memilih daftar perintah saat rendah; dan data register saat tinggi | RS |
| 5 | Rendah untuk menulis ke register; Tinggi untuk dibaca dari register | RW |
| 6 | Mengirimkan data ke pin data saat pulsa tinggi ke rendah diberikan | E |
| 7 | Pin data | DB0 |
| 8 | | DB1 |
| 9 | | DB2 |
| 10 | | DB3 |
| 11 | | DB4 |
| 12 | | DB5 |
| 13 | | DB6 |
| 14 | | DB7 |
| 15 | Lampu latar V CC (5V) | Led + |
| 16 | Lampu latar (0V) | LED- |