

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Wendi Era Sonata dan Wildian mahasiswa dari Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, mengembangkan alat “Rancang Bangun Alat Ukur Laju Pernafasan Manusia Berbasis *Microcontroller* ATmega8535”. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur yang dirancang telah dapat bekerja seperti yang telah direncanakan baik untuk kondisi pernapasan normal maupun pada saat kondisi pernapasan setelah beraktivitas berat. Sensitivitas sensor LM35 yang digunakan pada penelitian ini 9,6 mV/OC. Linieritas sensor LM35 yang digunakan. Pada penelitian ini cukup baik dengan derajat korelasi linier sebesar 0,9788. Alat ukur memiliki akurasi rata-rata 96,5%. Alat ukur laju pernapasan ini telah dirancang untuk dapat digunakan dengan catudaya dari PLN maupun catu daya dari baterai 9 V[4]. Kekurangan dari alat ini adalah hanya mengukur satu parameter saja, hanya mengukur laju pernapasan pada umur dewasa saja, tidak ada tampilan diagnosis penyakit pada saat selesai pengukuran, dan tidak memiliki indikator baterai.

Indra bagus setiawan mahasiswa Teknik elektromedik UMY mengembangkan alat dengan judul “penghitung detak jantung disertai diagnosis takikkardi dan bradikardi berbasis ATmega 8”. Dalam pengujian alat, penulis menggunakan metode eksperimental yaitupengujian secara berkala dengan membandingkan hasilnya menggunakan alatpemanding yang sejenis agar dapat diketahui keakuratannya. Berdasarkanpengujian alat, diperoleh hasil bahwa alat

penghitung detak jantung disertai diagnosa takikardi dan bradikardi ini bekerja dengan baik dan memiliki nilai *error* yang kecil yaitu 0,72882% [5]. Kelemahan dari penelitian ini adalah tidak memiliki indikator kapasitas baterai.

Rahmanta Limantara Sidam mahasiswa Teknik elektro, fakultas teknik elektro, universitas Telkom merancang alat ukur denyut nadi dengan judul "Perancangan alat ukur denyut nadi menggunakan sensor *strain gauge* melalui media *Bluetooth smartphone*". Berdasarkan hasil penelitian yang diuji didapatkan pemeriksaan denyut nadi dengan relawan 10 orang didapatkan *error* sebesar 0,70%. Dengan perbedaan umur pada tiap orang diperoleh kondisi sebelum beraktivitas yaitu dengan rentang 60 - 100 bpm, adapun perbedaan hasil pengujian baik sebelum dan sesudah beraktivitas tergantung dari keseriusan orang tersebut melakukan aktivitas [6]. Kekurangan dari penelitian ini adalah sensor yang digunakan mudah rusak dan cacat (mudah robek) karena permukaan sensor tipis, dan tidak memiliki indikator kapasitas baterai.

Rochma Ratryana, yaitu mahasiswa teknik elektromedik politeknik kesehatan Surabaya. Mengembangkan alat "Monitoring Heart Rate dengan LCD Grafik". Telah dapat dibuat alat *Monitoring heart rate* dengan LCD grafik. Data rata-rata BPM modul dengan pembandingan BPM memiliki selisih paling besar yaitu 5 BPM (hanya sekali pengukuran) dan 1-2 BPM (dalam setiap pengukuran lainnya) sehingga dapat disimpulkan untuk alat BPM ini sudah memenuhi standar karena kurang dari ketentuan toleransi *error* sebesar 5% [7]. Kekurangan alat ini ada pada sensornya, jika disentuh atau digerakkan maka akan mempengaruhi pengukuran, dan alat ini hanya mengukur satu buah parameter saja.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pernafasan Manusia

Pernafasan merupakan peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung O₂ dan mengeluarkan CO₂ sebagai sisa dari oksidasi dari tubuh. Penghisapan udara ke dalam tubuh disebut proses inspirasi dan menghembuskan udara keluar tubuh disebut proses ekspirasi. Manusia membutuhkan *supply* oksigen secara terus-menerus untuk proses respirasi sel, dan membuang kelebihan karbondioksida sebagai limbah beracun produk dari proses tersebut. Pertukaran gas antara oksigen dengan karbondioksida dilakukan agar proses respirasi sel terus berlangsung. Oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi sel ini berasal dari atmosfer, yang menyediakan kandungan gas oksigen sebanyak 21% dari seluruh gas yang ada. Oksigen masuk kedalam tubuh melalui perantaraan alat pernafasan dan pada manusia disebut *alveolus* yang terdapat di paru-paru yang berfungsi sebagai permukaan untuk tempat pertukaran gas[8].

Proses fisiologis yang berperan pada proses pernafasan adalah: ventilasi pulmoner, respirasi eksternal dan internal. Laju pernafasan meningkat pada keadaan stres, kelainan metabolik, penyakit jantung, paru, dan pada peningkatan suhu tubuh. Pernafasan dikatakan normal bila kecepataannya 14-20brpmpada dewasa, dan sampai 44brpmpada bayi. Kecepatan dan irama pernafasan serta usaha bernafas perlu diperiksa untuk menilai adanya kelainan. Hal-hal yang dinilai saat pemeriksaan laju pernafasan adalah:

1. Laju pernafasan

Cepat lambatnya manusia bernafas dipengaruhi beberapa faktor, baik dari luar maupun dalam, yaitu umur, jenis kelamin, aktivitas tubuh, suhu tubuh dan posisi tubuh. Makin banyak organ tubuh yang bekerja, maka makin tinggi kebutuhan energi yang diperukan, sehingga laju metabolisme dan irama pernafasan makin cepat. Laju pernafasan normal untuk bayi baru lahir adalah 40-60 brpm, umur 1-11 bulan 30 brpm, umur 2 tahun 25 kali/menit, umur 4-12 tahun 19-23 brpm, umur 14-18 tahun 16-18 brpm, umur untuk orang dewasa adalah 12-20brpm, dan untuk umur lanjut usia jumlah respirasi meningkat bertahap[9].

2. Irama

Keteraturan inspirasi dan ekspirasi pernafasan yang normal. Irama pernafasan menggambarkan teratur atau tidaknya pernafasan. Perbandingan antara laju nafas dengan nadi adalah 1:4.

3. Usaha bernafas

Adalah kontraksi otot-otot tambahan saat bernafas misalnya otot interkostalis. Kontraksi otot-otot tersebut menunjukkan adanya penurunan daya kembang paru[10].

2.2.2 Detak Jantung

Ketika jantung berdetak, jantung memompa darah melalui aorta dan pembuluh darah perifer. Pemompaan ini menyebabkan darah menekan dinding arteri, menciptakan gelombang tekanan seiring dengan detak jantung yang pada

perifer terasa sebagai detak/detak nadi. Detak nadi ini dapat diraba/palpasi untuk menilai kecepatan jantung, ritme dan fungsinya. Karena mudah diakses, nadi pada radial tangan adalah metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur kecepatan jantung, dipalpasi melalui arteri tangan (radial) pada pergelangan tangan anterior[11]. Hal-hal yang dinilai saat pemeriksaan detak nadi adalah:

1. Kecepatan

Kecepatan detak jantung terbagi menjadi 3 yaitu:

- 1) *Bradycardia*: detak jantung lambat (<60 bpm), didapatkan pada atlet yang sedang istirahat, tekanan intrakranial meningkat, peningkatan *tonus vagus*, *hipotiroidisme*, hipotermia, dan efek samping beberapa obat.
- 2) *Tachycardia*: detak jantung cepat (>100bpm), biasa terjadi pada pasien dengan demam, *feokromositoma*, *congestif heart failure*, *syokhipovolemik*, *aritmia kordis*, pecandu kopi dan perokok.
- 3) Normal: 60-100bpm pada dewasa.

2. Irama

Irama detak nadi dapat dinilai dari 2 aspek yaitu:

- 1) *Regularly irregular*: dijumpai pola dalam iregularitasnya.
- 2) *Irregularly irregular*: tidak dijumpai pola dalam iregularitasnya, terdapat pada fibrilasi atrium.

3. Volume nadi

Volume nadi dapat dinilai dari 3 buah aspek yaitu:

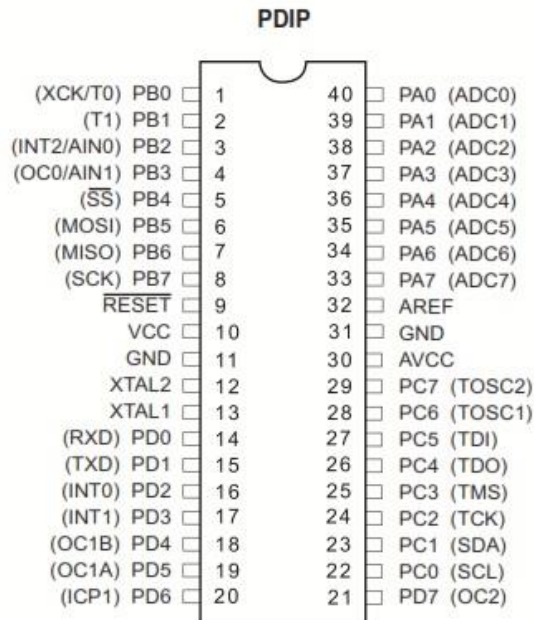
- 1) Volume nadi kecil: tahanan terlalu besar terhadap aliran darah, darah yang dipompa jantung terlalu sedikit (pada efusi perikardial, *stenosis* katup mitral, payah jantung, dehidrasi, syok *hemoragik*).
- 2) Volume nadi yang berkurang secara lokal: peningkatan tahanan setempat.
- 3) Volume nadi besar : volume darah yang dipompakan terlalu banyak, tahanan terlalu rendah (pada *bradycardia*, anemia, hamil, *hipertiroidisme*)[11].

2.2.3 IC *Microcontroller* ATMEGA16

Microcontroller adalah sebuah computer kecil di dalam sebuah IC/*chip* dalam sebuah IC/*chip microcontroller* terdapat CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan paralel *port I/O*, ADC, dll. *Microcontroller* digunakan sebagai pengendali yang mengatur semua proses. Komponen yang sangat umum dalam sistem elektronik modern.

AVR merupakan seri *microcontroller* CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)*. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam system menggunakan hubungan serial SPI.

ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses.



Gambar 2.1 Konfigurasi Pin Atmega16[12].

Pin-pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (*dual inline package*) ditunjukkan oleh gambar 2.1. Guna memaksimalkan performa, AVR menggunakan arsitektur *Harvard* (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data)[12].

2.2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD ini mempunyai lebar *display* 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD karakter 2x16, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut:

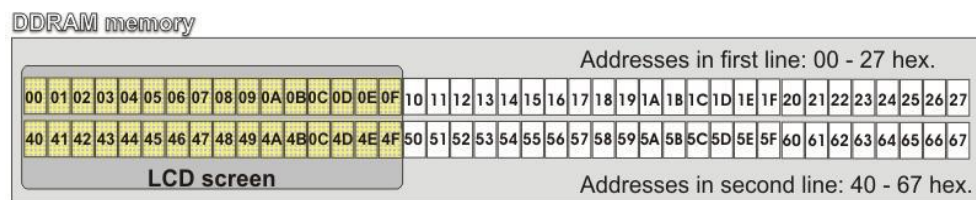
Tabel 2. 1 *Datasheet* LCD 2X16

Pin	Name	Function
1	VSS	Ground voltage
2	VCC	+5v
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register select 0 = Instruction register 1 = Data register
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode 0 = write mode 1 = read mode
6	E	LSB
7	DB0	Data bus
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	Anoda	Positif backlight
16	Katoda	Negative backlight

Beberapa perintah dasar yang harus dipahami adalah inisialisasi LCD karakter adalah:

1. *Display* Data RAM (DDRAM)

Memori DDRAM digunakan untuk menyimpan karakter yang akan ditampilkan. Semua teks yang kita tuliskan ke modul LCD disimpan di dalam memori ini, dan modul LCD secara berurutan membaca memori ini untuk menampilkan teks ke modul LCD itu sendiri.



Gambar 2. 2Lokasi Memori *Display*LCD Karakter[13].

Pada peta memori tersebut, daerah yang berwarna kuning (00 s/d 0F dan 40 s/d 4F) adalah *display* yang tampak, jumlahnya sebanyak 16 karakter per baris dengan dua baris. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Karakter pertama di sudut kiri atas menempati alamat 00h. Posisi karakter berikutnya mempunyai alamat 01h dan seterusnya [13].



Gambar 2. 3Modul LCD Karakter 2x16[13].

2.2.5 Modul Sensor *miccondensor*

Modul sensor suara menggunakan masukan *inputMiccondensor*, dapat mendeteksi suara sebagai deteksi sensor saklar modul ke sistem *microcontroller* untuk mengirimkan informasi program. Ketika tingkat suara mencapai ambang batas yang ditetapkan, keluaran TTL tinggi dan rendah ambang sinyal. Penyesuaian sensitivitas dapat dilakukan dengan potensiometer.



Gambar 2. 4 Modul Sensor Suara[14].

Memiliki pin keluaran Analog dan Digital TTL. Spesifikasi Modul:

1. *Voltage: 5V*
2. LED menyala menunjukkan sinyal keluaran.
3. Keluaran Analog, dapat dihubungkan ke pin Analog dari *microcontroller* (ADC).
4. Dilengkapi dioda
5. Bila suara mencapai batas yang ditetapkan oleh keluaran potensiometer rendah, *on-board* lampu LED.
6. Tingkat *output* arus hingga 100mA[14].

2.2.6 Finger Sensor

1. Photodiode

Photodiode adalah jenis diode yang berfungsi mendeteksi cahaya. Photodiode merupakan sensor cahaya semikonduktor yang dapat mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. photodiode merupakan sebuah diode dengan sambungan p-n yang dipengaruhi cahaya dalam kerjanya. Sambungan p-n merupakan semi konduktor yang menyambungkan jenis p (jenis yang mayoritas membawa *hole*) dengan sambungan tipe n (jenis yang mayoritas membawa elektron). Cahaya yang dapat dideteksi oleh photodiode ini mulai dari cahaya inframerah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Aplikasi photodiode mulai dari penghitung kendaraan di jalan umum secara otomatis, pengukur cahaya pada kamera serta beberapa peralatan di bidang medis.

Prinsip kerja dari photodiode jika sebuah sambungan-p-n dibias maju dan diberikan cahaya padanya maka pertambahan arus sangat kecil, sedangkan jika sambungan p-n dibias mundur arus akan bertambah cukup besar. Cahaya yang dikenakan pada photodiode akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan *electron-hole* dikedua sisi dari sambungan. Ketika elektron-elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan *hole* yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian.

Besarnya pasangan elektron ataupun *hole* yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada photodiode [15].

2. LED Inframerah

LED adalah diode yang menghasilkan cahaya saat diberi energi listrik. Dalam bias maju sambungan p-n rekombinasi antara elektron bebas dan lubang. Energi ini tidak seluruhnya diubah kedalam bentuk energi cahaya atau photon tetapi dalam bentuk panas sebagian.

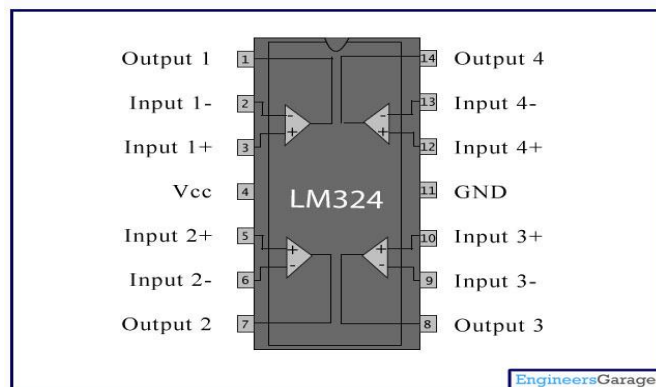
Sinar inframerah meliputi daerah laju antara 10^{11} Hz sampai 10^{14} Hz dan mempunyai daerah panjang gelombang 10^{-14} cm sampai 10^{-1} cm. Gelombang inframerah ini dihasilkan oleh elektron-elektron dalam molekul yang bergetar karena benda dipanaskan. Selain tidak dapat dilihat secara langsung, sinar inframerah juga dapat menembus kabut dan awan tebal [15].

Sinar infra merah yang dipancarkan oleh pemancar infra merah tentunya mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada penerima. Oleh karena itu, baik di pengirim infra merah maupun penerima infra merah harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian pengirim) dan menerima sinyal tersebut kemudian mendekodekannya kembali menjadi data biner (bagian penerima). Komponen yang dapat menerima infra merah ini merupakan komponen yang peka cahaya yang dapat berupa diode (photodiode) atau transistor (phototransistor). Komponen ini akan merubah energi cahaya, dalam hal ini

energi cahaya infra merah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik. Komponen ini harus mampu mengumpulkan sinyal infra merah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik[15].

2.2.7 IC LM 324

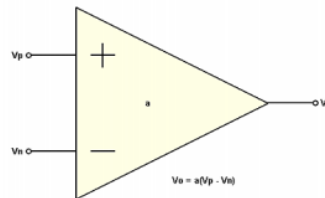
IC LM324 adalah IC 14pin yang terdiri dari empat penguat *operasional independen (op-amp)* kompensasi dalam satu paket.



Gambar 2. 5IC Lm324 [16]

Penguat operasional (Op Amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat yang bekerja dengan memperkuat sinyal yang merupakan selisih dari kedua masukannya. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*). Penguat operasional

(*Op-Amp*) merupakan komponen elektronika analog yang berfungsi sebagai amplifier multiguna dalam bentuk IC dan memiliki simbol sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Simbol Operasional Amplifier (Op-Amp)[17].

Prinsip kerja sebuah operasional Amplifier (*Op-Amp*) adalah membandingkan nilai kedua input (input inverting dan input non-inverting), apabila kedua input bernilai sama maka output *Op-amp* tidak ada (nol) dan apabila terdapat perbedaan nilai input keduanya maka output Op-amp akan memberikan tegangan output. Operasional amplifier (*Op-Amp*) dibuat dari penguat diferensial dengan 2 input[17].

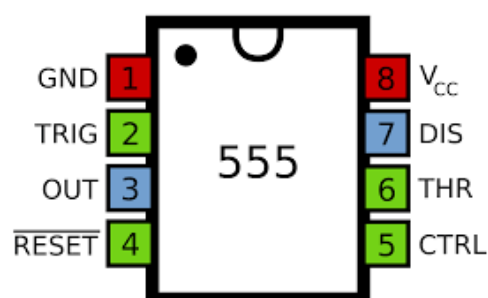
IC LM324 digunakan sebagai komparator, yaitu membandingkan tegangan *input* dari sensor dengan tegangan *input* dari variabel resistor. Pulsa *output*-nya adalah *high* sehingga tidak diperlukan adanya *pull-up* pada rangkaian *output*. Rangkaian ini dapat membandingkan dua terminal *input op-Amp* yang masuk melalui sensor[16].

Transistor adalah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor jenis N dan jenis P. Transistor memiliki 3 kaki yaitu: basis (B), kolektor (C) dan emitor (E). Berdasarkan susunan semikonduktor yang membentuknya, transistor dibedakan menjadi dua tipe, yaitu transistor jenis PNP dan transistor jenis NPN. Pada penelitian ini memakai transistor NPN,

Kolektor dan emitter merupakan bahan N dan lapisan diantara mereka merupakan jenis P. Pada mulanya diperkirakan bahwa transistor seharusnya bekerja dalam salah satu arah, ialah dengan saling menghubungkan ujung-ujung kolektor dan emitter karena mereka terbuat dari jenis bahan yang sama. Namun, hal ini tidaklah mungkin karena mereka tidak berukuran sama. Pada umumnya transistor dianggap sebagai suatu alat yang beroperasi karena adanya arus. Kalau arus mengalir ke dalam basis dan melewati sambungan basis emitter suatu suplai positif pada kolektor akan menyebabkan arus mengalir diantara kolektor dan emitter[16].

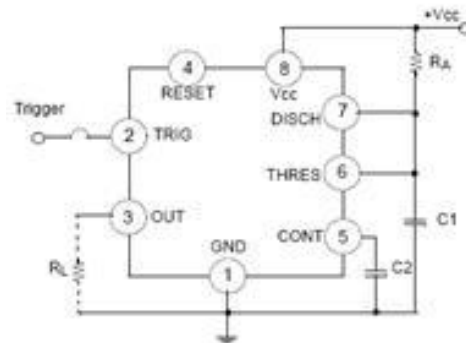
2.2.8 IC NE555

Pengertian dan Fungsi Setiap Kaki IC 555 | IC 555 atau biasa disebut pewaktu 555 merupakan sebuah sirkuit atau rangkaian terpadu yang digunakan untuk menghasilkan pewaktuan, gelombang kotak atau multivibrator (sinyal penggetar). IC ini didesain oleh Hans R. Camenzind pada tahun 1970 dan baru diperkenalkan setelah setahun kemudian yakni pada tahun 1971 oleh Signetics. Konfigurasi pin-pin IC NE555 dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2. 7 konfigurasi IC NE555[18]

Pada penelitian ini IC NE555 berfungsi sebagai monostabil. Rangkaian ini hanya memerlukan sedikit rangkaian tambahan untuk dapat mengoperasikannya, yaitu sebuah resistor (R_A) dan sebuah kapasitor (C1) serta kapasitor (C2) untuk menyetabilkan tegangan referensi pada *upper comparator* (komparator-A). IC ini memanfaatkan rangkaian tambahan tersebut untuk men-charge dan men-discharge kapasitor C1 melalui resistor R_A . Fungsi rangkaian ini adalah untuk menghasilkan pulsa tunggal pada pin-3 dengan waktu tertentu jika pin-2 diberi *trigger* /dipicu. Pada keadaan awal, output ICnya berlogika '0'. Dapat dilihat pada Gambar 2.8 bahwa terdapat rangkaian pembagi tegangan untuk input referensi komparator-A dan komparator-B. Seperti yang kita ketahui prinsip kerja komparator yaitu jika V_d (beda potensial input inverting dan input non-invertingnya) bernilai positif, maka komparator akan mengeluarkan output berlogika '1'. Jika diberi trigger dari logika '1' ke logika '0' pada pin-2, maka V_d pada komparator-B akan bernilai positif dan alhasil mengeluarkan output high. Output ini akan men-set RS *flip-flop* (memberi keluaran IC logika '1') untuk beberapa saat, seiring dengan itu, transistor Q1 akan off (open) dan kapasitor C1 akan melakukan charging sampai tegangannya mencapai $\frac{2}{3} V_{cc}$ sebelum akhirnya RS *flip-flop* akan di *reset* oleh komparator-A dan kapasitor C1 melakukan *discharge* melalui resistor R1 secara *transient*. Lamanya pulsa tunggal yang dihasilkan sekitar $t = 1.1 R_A C_1$ [18]. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 8Rangkaian Dasar Monostabil[18].

2.2.9 Modul Charge

Dalam percangan alat ukur jarak ini menggunakan catu daya dari baterai 3,7 Volt DC yang di *step up* dan dinaikkan sebesar 5volt DC yang dimana baterai ini akan *dicharger* menggunakan modul pada Gambar 2.6 dibawah ini



Gambar 2. 9 Modul charger[19].

Modul ini untuk mengecas baterai *Lithium Ion* dari *inputmicro* USB, modul ini juga dilengkapi dengan fitur *over-discharge* dan *over-load protection* untuk melindungi baterai Li-Ion.

Spesifikasi modul *charge*:

Input : micro USB.

Tegangan input : 4.5V-5.5V.

Tegangan *stopcharger* penuh : 4.2V 1%.

Arus *charger* maksimum : 1000 mA (1A).

Perlindungan *over-discharge* : 2.5V.

Perlindungan arus berlebih : 3A.

Suhu kerja : -10 s/d 85°C.

Ukuran : 2.6x1.7cm[19].

2.2.10 Modul *Step Up*

step up berfungsi untuk menaikkan tegangan dari baterai Li-Ion. pada pembuatan alat ini digunakan baterai Li-Ion 3,7 volt DC sebanyak 1 buah, sedangkan untuk mengoperasikan minimum sistem, LCD, serta komponen yang dipakai harus mencapai tegangan sebesar 5 volt DC. Maka dari itu pada pembuatan alat digunakan modul *step up*. Modul *step up* dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2. 10 Modul *Step Up*[19].

Spesifikasi dari modul step up.

Arus keluaran maksimal : 2 Ampere.

Range tegangan input : 2 - 24 Volt DC.

Maksimal tegangan keluaran : 28 Volt DC (*setting* trimpot).

Dimensi : 36 x 17 x 14 mm[19].