

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah dengan metode eksperimen murni. Pada penelitian ini dilakukan perancangan alat ukur untuk mengukur konduktansi sampel pada suhu yang berbeda. Alat yang dibuat diharapkan dapat mengukur konduktansi suatu sampel bahan (G) pada suhu yang berbeda (T) secara otomatis.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai rancang bangun alat ukur konduktansi ini dilakukan di Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri-Badan Tenaga Nuklir Nasional (PTNBR-BATAN) pada bagian kelompok Fisika Bahan. PTNBR-BATAN berlokasi di Jalan Tamansari no. 71, Bandung 40132.

3.3 Alat dan Bahan

Penggunaan alat dan bahan yang dipakai pada penelitian pembuatan alat ukur ini adalah:

- a. Sensor suhu berupa termokopel
- b. 1 set rangkaian pembaca arus dan tegangan listrik
- c. 1 set rangkaian penguat sinyal termokopel
- d. 1 set rangkaian *Super Smart AVR System* ATmega8535
- e. 1 set rangkaian *extension board*
- f. Multimeter dan *proto board*
- g. *Power Supply* DC
- h. Komputer jinjing (laptop)
- i. Perangkat lunak (Delphi 7, Proteus, BASCOM-AVR, dan AVROSP II)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah melakukan kajian literatur dan teoritis tentang berbagai macam sensor suhu dalam hal ini termokopel dan sensor aliran arus serta beberapa komponen pendukung. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan perancangan penguat sinyal untuk menguatkan sinyal keluaran termokopel dengan merancang skemanya menggunakan program Proteus lalu memindahkan rancangannya pada *proto-board*. Selanjutnya rancangan diwujudkan pada *print circuit board* (PCB).

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan melakukan karakterisasi terlebih dahulu pada kedua buah rangkaian yang dibuat, yaitu rangkaian penguat sinyal sensor suhu dan rangkaian pembaca arus listrik. Tujuan dari karakterisasi adalah untuk mengetahui respon keluaran dari rangkaian penguat sinyal sensor suhu dan mencari faktor konversi untuk rangkaian pembaca arus listrik.

Sebelum memulai proses karakterisasi, langkah awal yang dilakukan adalah perancangan rangkaian. Diawali dengan merancang rangkaian yang telah dibuat dengan menggunakan *software* pada sebuah *proto-board*. Setelah selesai melakukan perancangan dilanjutkan dengan pengambilan data untuk karakterisasi rangkaian.

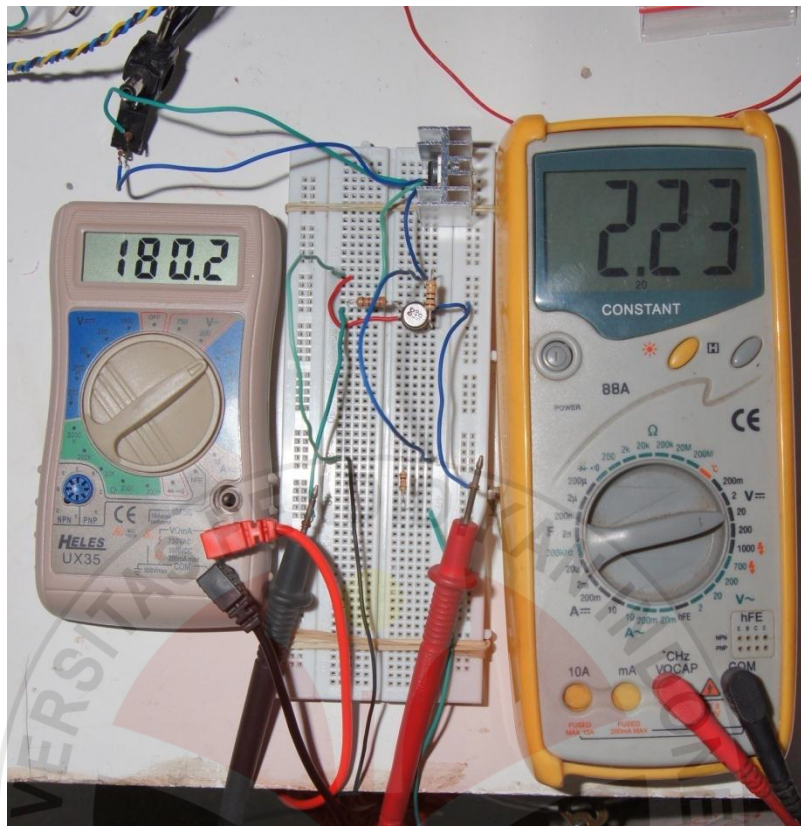
Karakterisasi awal dimulai dengan mencari besarnya koefisien Seebeck dari termokopel yang digunakan pada penelitian. Setelah didapatkan nilai dari koefisien Seebeck, dilanjutkan dengan karakterisasi penguat sinyal. Karakterisasi penguat sinyal pada sensor suhu dilakukan dengan tujuan agar respon keluaran dari termokopel yang telah dikuatkan dapat diketahui. Gambar mengenai proses karakterisasi penguat sinyal dapat dilihat pada Gambar 3.1. Karakterisasi penguat sinyal termokopel dilakukan dengan cara membandingkan antara pengukur suhu yang telah terstandarisasi dengan penguat sinyal yang telah dibuat.



Gambar 3.1 Proses karakterisasi rangkaian penguat sinyal.

Proses karakterisasi dilakukan dengan melihat suhu awal yang ditunjukkan oleh kedua alat ukur, apabila mengalami perbedaan dapat disamakan dengan mengatur *variable resistor* (VR) yang ada pada rangkaian yang dibuat. Selanjutnya menaikkan suhu pada *heater* (pemanas) sampai batas maksimum pemanas. Cara membandingkannya dilakukan dengan mendekatkan kedua ujung kepala termokopel ke dalam *chamber* (ruang tungku) buatan. Suhu yang terisolasi dari pengaruh suhu luar akan terbaca sebagai suhu ruangan oleh termokopel dari kedua alat ukur.

Setelah karakterisasi yang dilakukan terhadap rangkaian penguat sinyal sensor suhu, dilanjutkan dengan proses karakterisasi rangkaian pengolah sinyal. Karakterisasi bertujuan untuk mengetahui besarnya arus yang mengalir pada hambatan atau beban. Selain itu tujuannya untuk mencari besarnya faktor konversi dengan membandingkan besarnya nilai antara *Input* dengan *Voutput*.

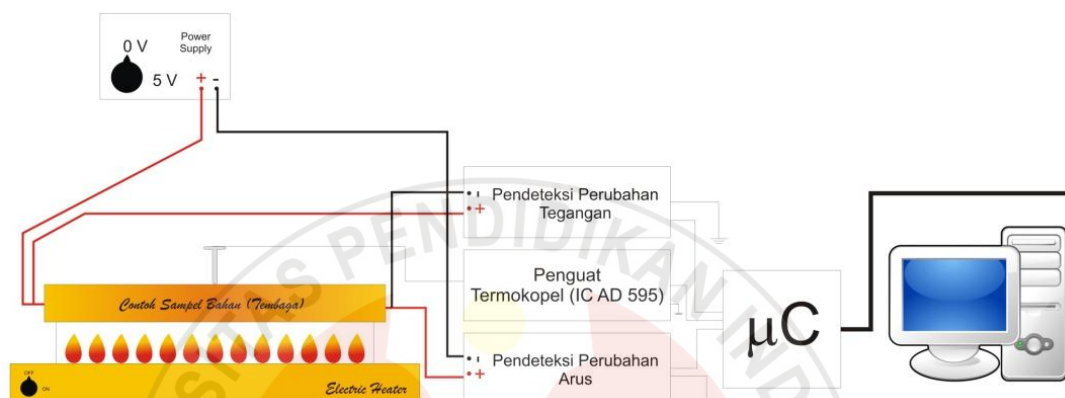


Gambar 3.2 Proses karakterisasi rangkaian pengolah sinyal.

Rangkaian pengolah sinyal yang dibuat sebenarnya hanya berupa sebuah transistor berjenis NPN dengan kode BC140 yang dirangkai dengan menggunakan 2 buah resistor sebesar $100\ \Omega$ yang dipasang pada kaki kolektor dan kaki emitor. Proses karakterisasi rangkaian pengolah sinyal listrik mula-mula dilakukan dengan memberi tegangan sebesar 9 volt pada rangkaian, lalu resistor yang hendak diukur ditancapkan pada *proto-board*. Dengan menggunakan voltmeter dan amperemeter maka besarnya tegangan *output* dan arus yang mengalir pada resistor dapat terbaca. Hasil pembacaan selanjutnya dicatat dan dicari faktor konversinya untuk dituliskan sebagai *source code*.

3.4.3 Pengujian Alat Ukur

Setelah kedua rangkaian selesai dikarakterisasi, dilanjutkan ke tahap pengujian rangkaian secara menyeluruh. Skema eksperimen untuk rangkaian secara menyeluruh ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema pengujian alat.

Pengujian alat ukur hambatan listrik terhadap pengaruh suhu dilakukan dengan tahapan awal yaitu inisialisasi sumber tegangan yang akan diberikan pada sampel yang hendak diukur hambatannya. Tegangan yang diberikan sebesar 9 volt yang selanjutnya dipotong menjadi 5 volt oleh LM7805 sebagai regulator, fungsi dari pemberian tegangan sebesar 9 volt dimaksudkan agar arus dan tegangan yang mengalir tetap stabil dengan melalui regulator. Pemotongan tegangan dari 9 volt menjadi 5 volt oleh LM7805 bertujuan agar seluruh hasil pengukuran arus dapat terbaca oleh mikrokontroler, karena tegangan maksimum yang dapat terbaca oleh mikrokontroler ATmega8535 hanya sebesar 5 volt.

Alat ukur diuji dengan menggunakan sampel Fe_2TiO_5 -Yarosit dengan campuran MnO_2 sebanyak 0.4%. Langkah pengujian alat ukur dilakukan sebagai berikut:

1. Sampel dijepitkan pada sebuah media penghantar yang memiliki katoda dan anoda, lalu dimasukkan ke dalam tungku.

2. Pemanas dinyalakan dan suhu pemanas diatur sebesar suhu maksimal yang bisa dicapai oleh batas sampel tersebut agar sampel tidak sampai mengalami kerusakan.
3. Penjepit sampel yang memiliki katoda dan anoda dihubungkan dengan kabel penghantar ke katoda dan anoda yang ada pada rangkaian pembaca arus dan tegangan.
4. Rangkaian pembaca arus dan tegangan yang telah diberikan sumber tegangan awal tersebut akan mendeteksi perubahan tegangan dan arus yang terjadi pada sampel karena diakibatkan perubahan hambatan yang terjadi pada sampel karena pengaruh kenaikan suhu.
5. Data perubahan yang tercatat setelah masuk dan diolah oleh mikrokontroler akan langsung diakuisisi oleh perangkat lunak yang dibuat peneliti secara otomatis.

Variabel yang diukur pada pengujian ini adalah hambatan sampel (R) sebagai fungsi suhu (T). Besarnya hambatan dapat terbaca apabila diketahui V (tegangan sampel) dan I (arus yang mengalir pada sampel). Pengujian untuk membaca arus pada rangkaian ini sebenarnya hanya membandingkan antara V_{output} yang diukur menggunakan voltmeter dengan I_{output} yang diukur menggunakan amperemeter. Sementara itu, pembacaan hambatan listrik akan dilakukan oleh mikrokontroler menggunakan perumusan:

$$R = \frac{V_{beban}}{I_{beban}} \dots \dots \dots (3.1)$$

Untuk mengetahui besarnya V_{beban} maka digunakan perumusan:

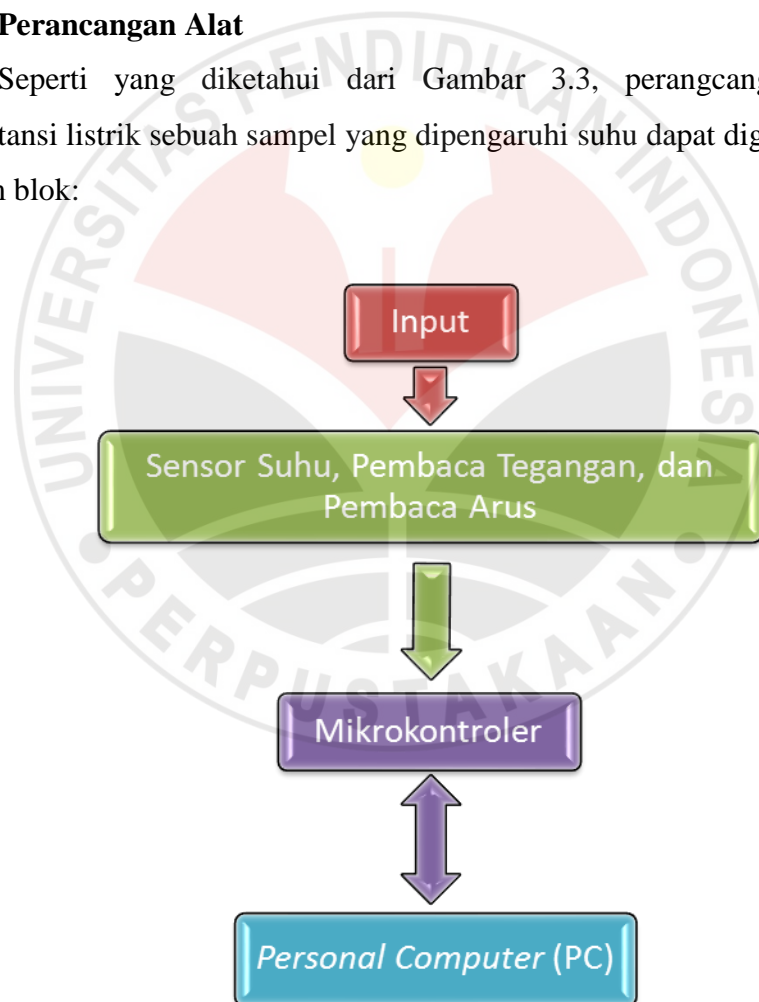
$$V_{beban} = V_{cc} - V_{be} \dots \dots \dots (3.2)$$

V_{cc} memiliki tegangan sebesar 5 volt dan besarnya V_{be} dapat diketahui dengan melakukan pengukuran menggunakan voltmeter pada kaki basis transistor.

Apabila dilihat dari Gambar 3.3 seluruh rangkaian akan masuk ke dalam mikrokontroler untuk diolah dan diubah menjadi data digital yang selanjutnya diakuisisi oleh sebuah *personal computer* (PC) secara otomatis dengan menggunakan kabel serial ISP 2 ke USB. Fungsi PC adalah sebagai pencatat data sampel yang terukur secara otomatis dan selanjutnya dapat ditampilkan ataupun disimpan sebagai basis data. Pencatatan data dilakukan oleh perangkat lunak yang telah dibangun.

3.5 Perancangan Alat

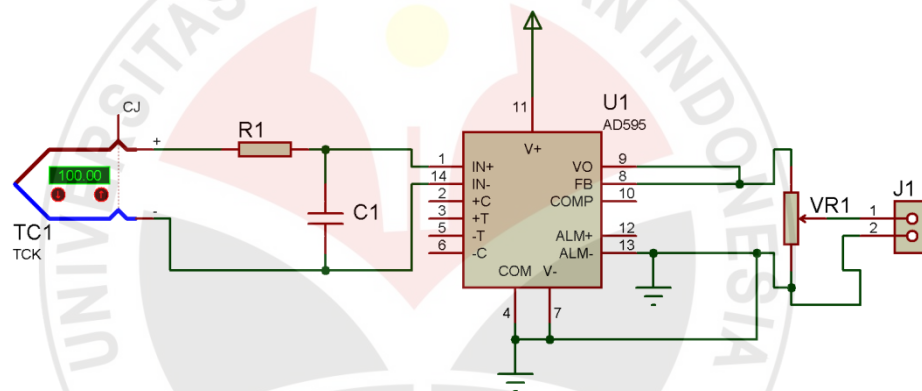
Seperti yang diketahui dari Gambar 3.3, perancangan alat ukur konduktansi listrik sebuah sampel yang dipengaruhi suhu dapat digambarkan pada diagram blok:



Gambar 3.4 Diagram blok rangkaian.

3.6 Rangkaian Penguat Sinyal Sensor Suhu

Rangkaian penguat sinyal sensor suhu digunakan untuk menguatkan sinyal *output* dari termokopel yang sangat kecil, rangkaian ini menggunakan IC AD595 sebagai penguatnya dan juga sebagai *cold junction compensator* dari termokopelnya. Di dalam rangkaian ini juga digunakan rangkaian tapis lolos rendah sebagai filter dari termokopel untuk mengurangi *noise* yang terjadi akibat pengaruh dari suhu udara sekitar. IC AD595 merupakan IC khusus untuk termokopel berjenis K, IC AD595 akan memaksa termokopel tipe K yang memiliki sinyal *output* tipikal sebesar $41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ menjadi $10 \text{mV}/^\circ\text{C}$. Skema rangkaiannya diperlihatkan pada Gambar 3.5.

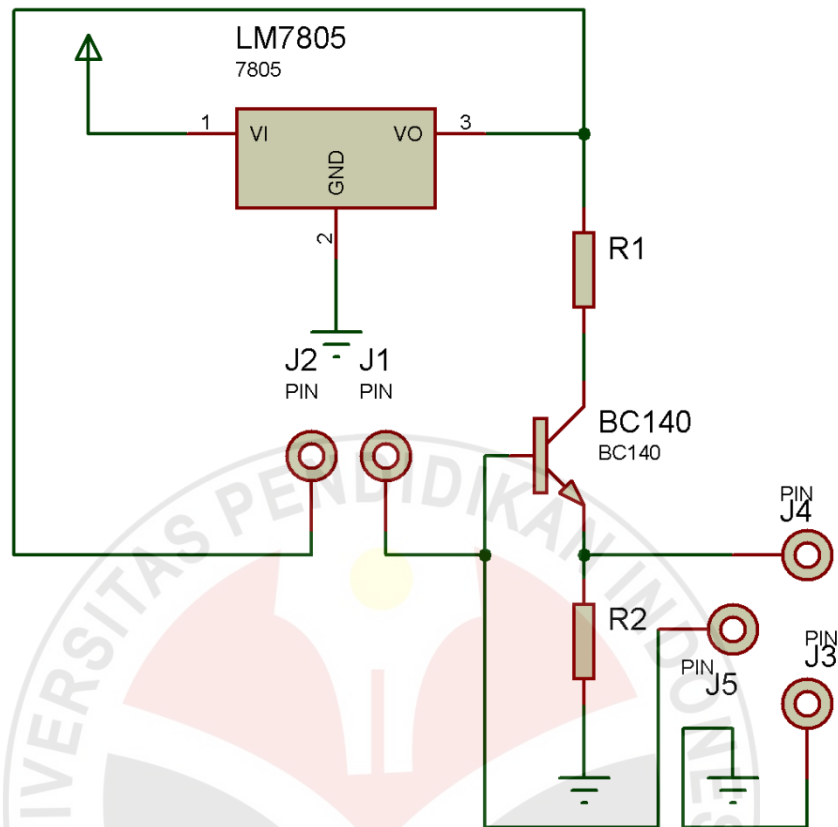


Gambar 3.5 Skema rangkaian penguat sinyal sensor suhu.

Sinyal *output* yang keluar dari rangkaian ini akan dilanjutkan ke mikrokontroler yang nantinya diolah menjadi data digital pada ADC yang dimiliki oleh mikrokontroler.

3.7 Rangkaian Pengolah Sinyal

Rangkaian ini akan mendeteksi perubahan arus dan tegangan yang terjadi pada sampel yang diukur, arus berubah akibat hambatan yang turun ataupun naik oleh pengaruh perubahan suhu pada sampel tersebut. Skema rangkaiannya diperlihatkan pada Gambar 3.6.



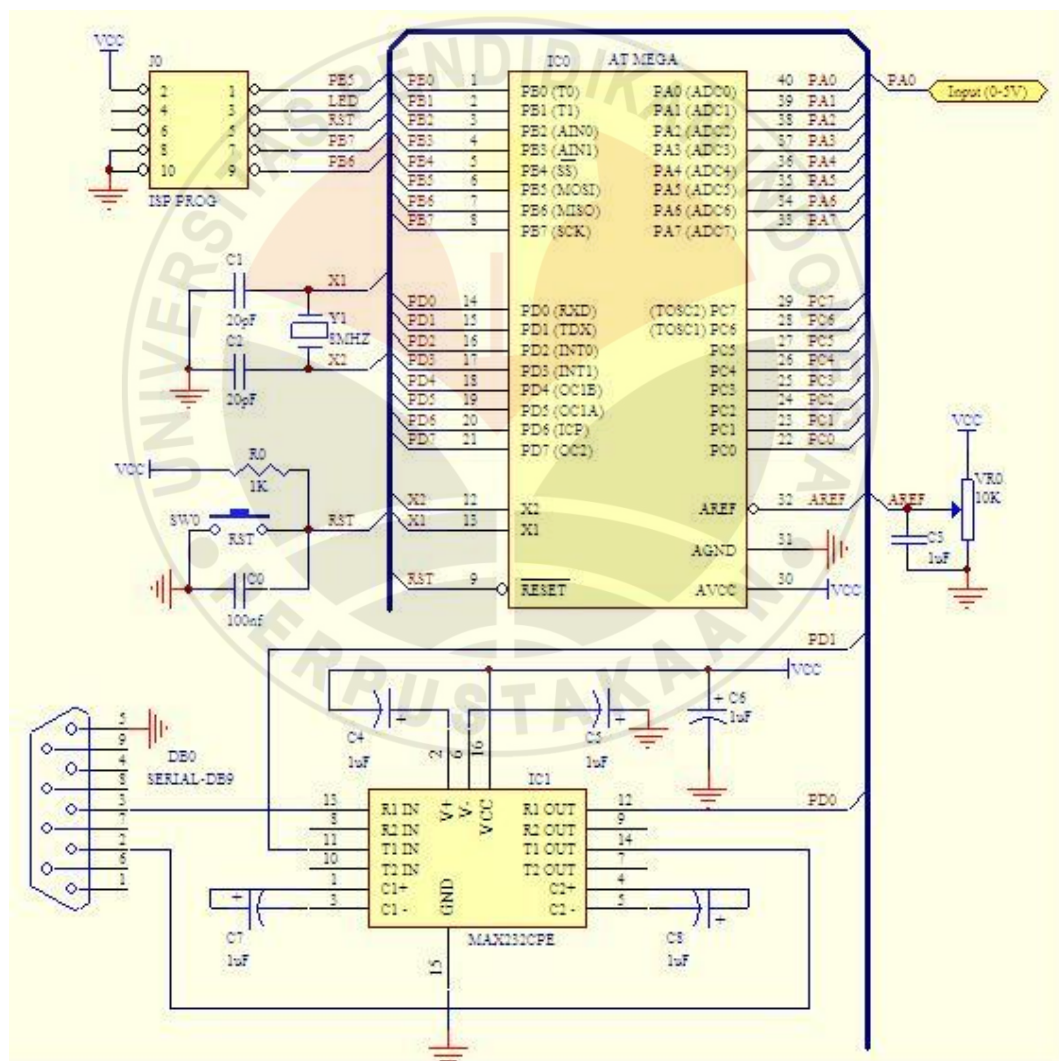
Gambar 3.6 Skema rangkaian pengolah sinyal.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa rangkaian ini hanya berupa transistor berjenis NPN dengan seri BC140. R1 pada kaki kolektor sebesar $100\ \Omega$ berfungsi sebagai penguat. Rangkaian ini menggunakan LM7805 sebagai regulator agar rangkaian mendapatkan tegangan secara konstan dan tidak mengalami tegangan jatuh. *Pin* J1 dan J2 nantinya akan digunakan sebagai *pin* untuk menempatkan sampel yang akan di ukur, sampel akan mendapatkan tegangan dan arus yang mengalir melalui J2 menuju J1 lalu masuk ke kaki basis transistor. Tegangan yang keluar dari kaki emitor pada *pin* J4 sebenarnya merupakan arus yang mengalir pada sampel. Hal ini dapat diketahui dengan melakukan konversi tegangan menjadi arus dengan menggunakan program yang di unduh ke dalam mikrokontroler yang sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu faktor konversinya. *Pin* J5 berfungsi untuk membaca tegangan tipikal yang mengalir pada sampel, sebenarnya tegangan tipikal (V_{be}) yang mengalir pada

transistor BC140 sebesar 0,7 volt, akan tetapi demi mendapatkan hasil yang lebih akurat maka ditambahkan *pin J5* sebagai pendeteksi perubahan tegangan V_{be} .

Selanjutnya sinyal yang keluar dari *J4* dan *J5* akan diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah dan dikirim ke PC lalu ditampilkan sebagai data serta dapat disimpan sebagai basis data dari pengukuran.

3.8 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535



Gambar 3.7 Skema rangkaian sistem minimum ATmega8535 (Anonim, 2010).

Rangkaian ini merupakan rangkaian inti atau bagian vital pada rancangan alat ini, rangkaian sistem minimum ATmega8535 merupakan otak yang memproses seluruh data masukan dari sensor. Data analog yang masuk dari sensor suhu, rangkaian pembaca arus dan tegangan diubah menjadi data digital pada rangkaian ini. *Output* dari rangkaian sensor suhu masuk ke *port* A 0 (PA0), rangkaian pembaca tegangan pada *port* A 3 (PA3), dan rangkaian pembaca arus pada *port* A 1 (PA1). *Port* A pada mikrokontroler ATmega8535 pabrikan Atmel ini memiliki tugas sebagai *Analog to Digital Converter* (ADC). Fungsi ADC sendiri telah dijelaskan pada bab II.

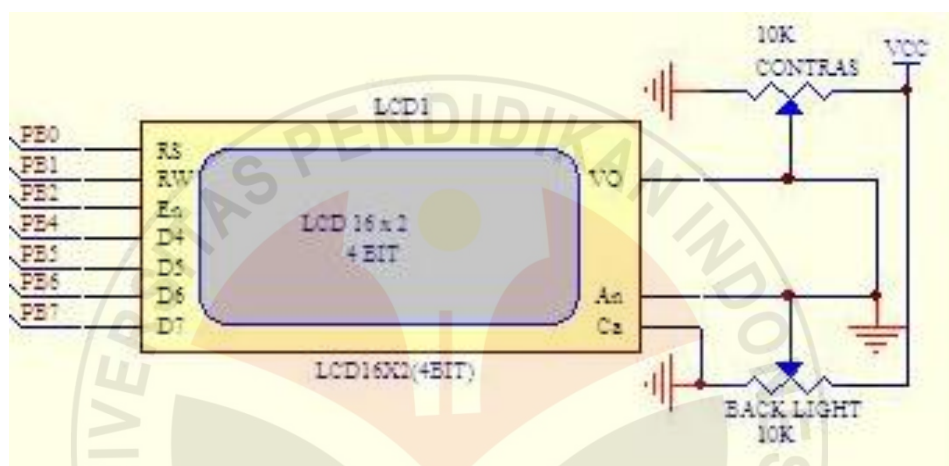
Port B pada mikrokontroler ATmega8535 digunakan sebagai *port* untuk rangkaian LCD 16×2 . Rangkaian sistem minimum ATmega8535 mengolah seluruh data, lalu menampilkan pada LCD 16×2 dan selanjutnya dikirimkan ke PC dengan menggunakan antarmuka *USB to serial TTL* yang telah terintegrasi menjadi satu pada rangkaian DI-Super Smart AVR buatan Depok Instruments. Pada tugas akhir ini digunakan rangkaian modul jadi DI-Super Smart AVR yang telah tersedia di pasaran buatan Depok Instruments.

Proses pengolahan data analog di dalam *port* A menjadi data digital dilakukan dengan menggunakan bahasa program heksadesimal yang dibuat dengan program BASCOM-AVR. *Source code* program terdapat pada lembar lampiran. Setelah program selesai dibuat diunduh ke mikrokontroler dengan menggunakan program *downloader* yang banyak terdapat di internet karena merupakan program *open source* atau gratis. Pada penelitian ini peneliti menggunakan program AVROSP II yang terdapat pada CD program paket dari DI-Super Smart AVR. Pengunduhan program ini menggunakan kabel ISP 2 ke USB dengan langkah:

1. Hubungkan modul DI-Super Smart AVR dengan sumber tegangan.
2. Pilih *port* yang digunakan oleh rangkaian mikrokontroler, dalam penelitian ini digunakan *port* 6 dari komputer jinjing peneliti. *Port* yang digunakan dapat dilihat pada *properties device manager* pada PC atau komputer jinjing.

3. Buka program *downloader* (AVROSP II) lalu pilih bahasa pemrograman yang telah dikompilasi (.hex).
4. Setelah dipilih tekan tombol *download* atau program dari program *downloader* tersebut, maka bahasa pemrograman akan terunduh secara otomatis.

3.9 Rangkaian LCD 16 × 2



Gambar 3.8 Skema rangkaian LCD 16 × 2 (Anonim, 2010).

Peneliti menggunakan modul rangkaian LCD 16 × 2 buatan Depok Instruments. Kode produk buatan Depok Instruments ini adalah DI-Smart LCD 16 × 2 Board. Rangkaian ini berfungsi menampilkan informasi berupa suhu dari sampel dan hambatan sampel yang diukur. Kabel data hanya perlu dihubungkan pada *port B* pada modul DI-Super Smart AVR.

3.10 Perangkat Lunak

Perangkat lunak dibutuhkan untuk mengakuisisi atau mencatat data yang mengalir masuk dari rangkaian alat ukur ke PC, perangkat lunak yang telah dibuat akan mencatat data yang masuk secara otomatis. Data-data tersebut akan dicatat setiap detik dan setelah itu dapat disimpan dalam format *excel* (.xlsx).

Perangkat lunak untuk mengakuisisi data ini dibangun dengan menggunakan program Borland Delphi 7.0. *Source code* dilampirkan pada

lampiran. Tampilan antarmuka dari perangkat lunak yang telah dibuat ditampilkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Tampilan antarmuka perangkat lunak pengakuisisi data.