

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi mesin perkakas makin pesat seiring dengan perkembangan waktu. Teknologi 'Otomasi' artinya teknologi yang berusaha mengurangi usaha mental, maksudnya manusia mengurangi aktivitas berfikir. Dewasa ini makin banyak mesin perkakas menggunakan teknologi otomasi sehingga proses produksi dapat berlangsung dengan cepat, dan diperoleh hasil yang baik. Industri yang berkembang saat ini masih banyak yang menggunakan mesin – mesin perkakas berteknologi manual / mekanik, maksudnya hanya mengurangi usaha fisik. Penggunaan mesin perkakas berteknologi manual cenderung menimbulkan masalah, sebagai contoh mesin bubut. Operator yang ahli mengoperasikan mesin bubut banyak terkendala dengan proses pengukuran. Operator banyak disibukkan dengan pengukuran dimensi hasil proses bubut untuk mencapai dimensi produk yang diinginkan. Operator membubut pada jarak tertentu, mesin dimatikan kemudian mengukur kesesuaian dimensi yang diinginkan.

Melihat banyaknya usaha mental operator pada aktivitas pengukuran, menarik perhatian penulis untuk mengangkat permasalahan di atas sebagai topik skripsi. Penelitian ini berupa perancangan alat bantu yang berfungsi sebagai indikator dimensi hasil proses bubut untuk mengurangi aktifitas pengukuran yang timbul. Alat penguji kemampuan alat bantu mesin bubut menggunakan Hipotesis *t - test*, sebuah alat analisis statistik yang menggunakan dua dugaan yang

berlawanan untuk mengetahui rata – rata dikehendaki sesuai dengan dugaan atau tidak.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam skripsi ini adalah merancang dan membuat alat bantu pengukuran hasil proses bubut.

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari proyek tugas akhir ini adalah :

1. Sumbu aksis mesin bubut yang digunakan dalam perancangan alat bantu adalah sumbu X.
2. Skala ukuran pembubutan menggunakan ukuran millimeter (mm).
3. Dimensi maksimal pengerjaan pembubutan adalah 200 mm.
4. Alat dirancang hanya untuk mesin bubut tipe C6127B *Engine Lathe* .
5. Pengujian alat bantu menggunakan Hipotesis *t - test*.
6. Data yang digunakan dalam *t – test* hasil pembubutan adalah selisih dimensi hasil proses bubut menggunakan alat bantu terukur aktual dengan tampilan digit peraga 7 segmen.

1.4 Tujuan Penelitian

Penggunaan teknologi otomasi sebagai alat bantu alternatif pemecahan masalah waktu kerja pada proses bubut menggunakan mesin bubut berteknologi manual untuk meminimasi proses pengukuran.

1.5 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam skripsi ini adalah :

1. Diasumsikan dimensi hasil proses bubut bernilai bulat dalam satuan millimeter (mm).
2. Pembulatan untuk nilai > 0.5 dibulatkan ke atas sedang untuk nilai < 0.5 mm dibulatkan ke bawah.
3. Diasumsikan kemampuan operator berpengalaman dalam mengoperasikan mesin bubut.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi terdiri atas:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi uraian latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, asumsi yang digunakan dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi uraian teori-teori dan perumusan-perumusan yang dipakai dalam pembahasan masalah yang diangkat, alat – alat yang dipakai dalam analisa permasalahan yang diangkat dan karakteristik penyelesaian dari permasalahan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi uraian tahapan perancangan alat bantu dan pembuatan alat bantu.

BAB IV : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT BANTU

Berisi uraian proses perancangan rangkaian elektronika alat bantu, sistem mekanik alat bantu dan pembuatan alat bantu secara keseluruhan.

BAB V : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi uraian proses pengumpulan data, pengolahan data disertai penghitungan penghitungan data.

BAB VI : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi uraian analisa hasil pengolahan data yang telah dikumpulkan dari hasil proses bubut.

BAB VII : PENUTUP

Berisi kesimpulan mengenai hasil analisa yang telah dilakukan beserta saran.

BAB II
LANDASAN TEORI

BAB II

LANDASAN TEORI

II.1 Rangkaian Elektronika dan Komponen – Komponennya

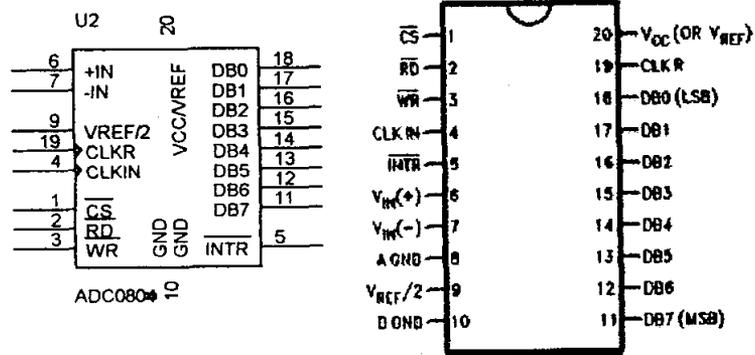
Secara garis besar, rangkaian elektronika alat bantu yang dirancang terdiri dari 4 komponen utama: Mikrokontroler, *ADC (Analog to Digital Converter)*, *Seven Segment* (peraga 7 Segmen), dan Sensor.. (Tahap perancangan alat bantu dapat dilihat pada BAB IV)

II.1.1 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler adalah sebuah komponen elektronik yang bekerja sesuai dengan program yang diisikan ke dalam memorinya layaknya sebuah komputer yang sangat sederhana. Mikrokontroler terdiri dari mikroprosesor (sejenis *IC – Intergrated Circuit* yang tidak dapat berdiri sendiri, spesifik untuk fungsi penghitungan / matematis) dan beberapa tambahan komponen elektronik disesuaikan penggunaan untuk lebih khusus ke aplikasi yang tergabung menjadi satu berbentuk *IC (Integrated Circuit)*lain yang berfungsi untuk mengontrol suatu operasi berbasis fungsi matematis. Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan alat bantu mesin bubut adalah mikrokontroler tipe *AT89C51* dengan standar industri *MCS51*.

Mikrokontroler *AT89C51* merupakan salah satu produksi mikrokontroler buatan Atmel yang kompatibel dengan standar industri *MCS51*. Karakteristik dari mikrokontroler ini adalah rendahnya daya yang dikonsumsi.

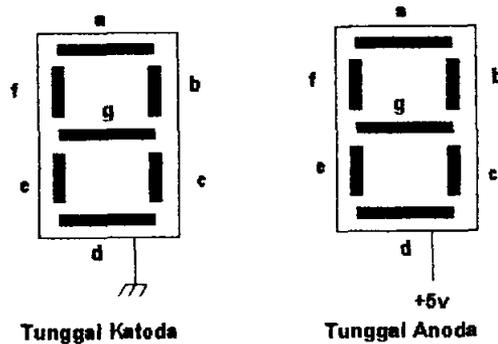
lanjut oleh mikrokontroler AT89C51. Konfigurasi pin *ADC* tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Rangkaian *ADC 0804*

II.1.3 *Seven Segment* Sebagai Peraga

Seven Segment / peraga 7 segmen merupakan peraga digital yang terbagi menjadi 2 jenis, yaitu peraga 7 segmen tunggal katoda dan peraga 7 segmen tunggal anoda. Tersusun atas 7 buah *LED* (*Light Emmiting Diode*) yang membentuk menjadi angka 8. *LED* -- *LED* tersebut diberi nama a sampai g seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Konfigurasi *Sevent Segment*

Seven Segment bekerja sesuai dengan program dalam mikrokontroler yang dibuat untuk menghasilkan tampilan tertentu, misalkan ditampilkan angka 1. Program akan memberi perintah *LED* huruf b dan c menyala sedangkan *LED* yang lain tidak menyala.

II.1.4 Sensor

Sensor adalah sebuah alat bantu yang mengubah besaran mekanik menjadi besaran elektronik. Sensor memiliki kemampuan merespon atau mendeteksi keadaan suatu lingkungan baik secara fisik maupun secara kimiawi. Fungsi sensor hanya terbatas sebagai pengubah besaran elektronik yang secara fisik tidak dapat diterjemahkan dalam bahasa manusia (terbaca atau menunjukkan sesuatu), sehingga memerlukan media penterjemah dari bahasa mesin (besaran elektronik) dapat dimengerti secara bahasa manusia. Besaran elektronik yang dihasilkan sensor digunakan sebagai data masukan sinyal analog *ADC*, dikonversi menjadi sinyal digital berupa bilangan biner yang selanjutnya diproses dalam mikrokontroler sebagai kondisi lingkungan terbaca oleh sensor. Mikrokontroler mengolah masukan sinyal digital dari *ADC* berdasarkan program yang tersimpan menjadi proses / kerja tertentu, misal ditampilkan pada peraga 7 segmen menjadi angka tertentu sesuai terbaca oleh sensor.

Sensor yang digunakan dalam perancangan alat bantu mesin bubut adalah potensiometer linier, sebuah komponen elektronika yang berfungsi sebagai tahanan(resistor) variable dimana nilai tahanan(resistansi) dapat berubah – ubah dengan mekanisme putaran. Nilai resistansi maksimum sebesar 10 kOhm.

Penggunaan potensiometer linier sebagai sensor dengan memanfaatkan gerak linier pahat bubut kekiri dan kekanan untuk menggerakkan potensio kedalam gerak putar.

II.2 Hipotesis t – test

Alat analisis yang dibuat mengikuti metode statistik dengan pendekatan teorema *Central Limit*, distribusi dari \bar{X} diasumsikan mengikuti pola distribusi normal. Berdasarkan pendekatan teorema *central limit* distribusi dari populasi pengamatan tidak perlu diketahui. Ketika \bar{X} berupa sampel random dengan ukuran sampel sebesar n yang berasal dari populasi berdistribusi normal $N(\mu, \sigma)$, dirumuskan:

$$Z = \frac{(\bar{X} - \mu)\sqrt{n}}{\sigma} \dots\dots\dots [2-1]$$

Karena nilai σ tidak diketahui, simpangan baku populasi didekati dengan menggunakan simpangan baku sampel S . Sehingga dirumuskan $Z \approx T$ dengan rumusan dibawah ini:

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu)\sqrt{n}}{\sigma} \dots\dots\dots [2-2]$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}; S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \dots\dots\dots [2-3]$$

Keterangan:

$n - 1$: jumlah sampel

X_i : Sampel ke – I

\bar{X} : rata – rata sampel

S : standar deviasi

Dalam pengujian sebuah rata – rata populasi menggunakan *t – test* , simpangan baku yang digunakan merupakan simpangan baku data sampel pengamatan. Uji hipotesis dilakukan dengan membandingkan rata – rata sampel terhadap nilai dikehendaki dengan acuan teoritik nilai tabel – *t* untuk tingkat kesalahan sebesar α dan $n - 1$ derajat bebas. Hipotesis dilakukan dengan menggunakan 2 dugaan yaitu dugaan yang diinginkan dari pengamatan (H_0) dan dugaan yang melawan dugaan awal (H_1). Perbandingan nilai *t* – teoritik dengan *t* – hitungan menentukan diterimanya salah satu dugaan dari dua dugaan yang dibuat, dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0 : \mu = \mu_0;$$

$$\alpha = \dots?; n-1 = \text{derajat_bebas}$$

$$H_1 : \mu \geq \mu_0; R : T_{\text{hitungan}} \geq t_{\frac{\alpha}{2}}$$

$$H_1 : \mu \leq \mu_0; R : T_{\text{hitungan}} \leq -t_{\frac{\alpha}{2}}$$

$$H_1 : \mu \neq \mu_0; R : |T|_{\text{hitungan}} \geq t_{\frac{\alpha}{2}}$$

$$T_{\text{hitungan}} = \frac{(\bar{X} - \mu_0)\sqrt{n}}{S} \dots\dots\dots [2-4]$$

Keterangan:

H_0 : dugaan awal yang menyatakan suatu kondisi tertentu, H_0 diterima jika T_{hit} bernilai tidak melebihi *t* – teoritik.

H_1 : dugaan sanggahan terhadap dugaan awal, H_1 diterima jika T_{hit} bernilai lebih besar dari nilai *t* – teoritik.

$n - 1$: derajat bebas, jumlah sampel n dikurangi 1

α : tingkat kesalahan dugaan

S : simpangan baku sampel

μ : rata – rata sampel

μ_0 : rata – rata dugaan yang diinginkan dalam hipotesis

II.3 Teori Permesinan Mesin Bubut

Mesin perkakas bubut (*Lathe Engine*) merupakan mesin perkakas yang berfungsi untuk pengerjaan material ke dalam bentuk silinder. Prinsip kerja mesin perkakas bubut menggunakan prinsip simetri putar untuk pengerjaan material berbentuk dasar silinder baik solid maupun pipa. Namun pada penggunaannya banyak variasi bentuk dapat dikerjakan menggunakan mesin perkakas bubut dengan prinsip pengerjaan material simetri putar(misal seperti bentuk tirus/kerucut, silinder, bola, *shaft*, dan lain sebagainya).

Proses permesinan mesin bubut terbagi menjadi tiga macam proses permesinan yaitu:

1. *Facing*
2. *Boring*
3. *Turning*

Ketiga proses permesinan diatas merupakan proses permesinan dasar yang pada prakteknya dikombinasikan untuk mengerjakan proses bubut membentuk hasil proses bubut sesuai penggunaannya.

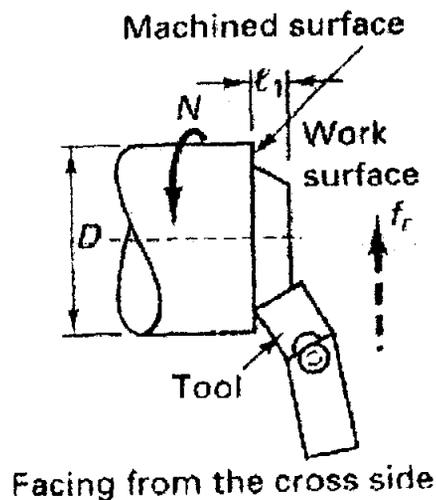
II.3.1 Proses *Facing*

Proses permesinan *facing* merupakan proses permesinan mesin bubut untuk pemakanan melintang atau memotong ke arah sumbu putar dari benda kerja(dalam

koordinat sumbu 'Y'). Proses *facing* pada penggunaannya dalam proses bubut terbagi menjadi tiga macam pengerjaan:

1. *Boring a drilled hole* (memperbesar lubang yang telah dibuat).
2. *Facing from the cross side* (pemakanan pahat bubut arah melintang untuk membentuk kerucut).
3. *Cutoff or parting* (memotong benda kerja / material).

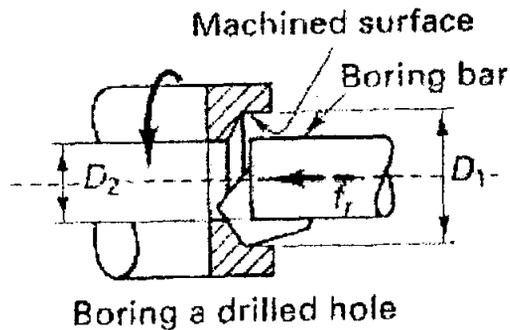
Pada proses *facing* posisi pemakanan pahat bubut adalah maju memundur memotong arah sumbu 'Y' seperti pada gambar berikut dibawah ini.



Gambar 2.4 Ilustrasi Proses *Facing* (1)

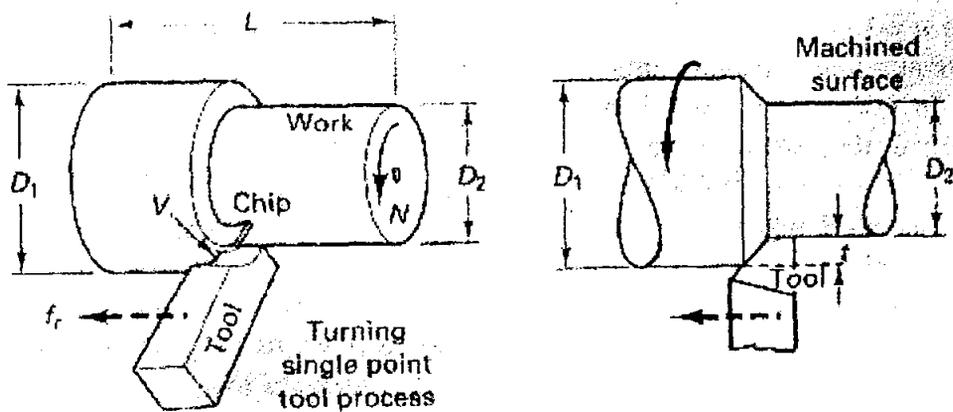
II.3.2 Proses *Boring*

Proses permesinan *Boring* pada mesin bubut merupakan proses permesinan untuk memperbesar lubang yang telah dibuat pada sebuah benda kerja (proses bubut sisi dalam). Proses permesinan *Boring* biasa digunakan untuk pengerjaan – pengerjaan bentuk pipa, *shook* (sambungan pipa), dan lain sebagainya. Proses pengerjaan *Boring* prinsip kerjanya sama dengan proses *Facing*, namun arah pemakanan pahat mengarah ke operator. Berikut ilustrasi proses permesinan *boring*.

Gambar 2.5 Ilustrasi Proses *Boring* (2)

II.3.3 Proses *Turning*

Proses permesinan *Turning* merupakan proses permesinan utama dari mesin bubut. Arah pemakanan pahat bubut dalam proses *Turning* adalah searah dengan sumbu 'X' kekiri dan kekanan dengan acuan operator. Proses ini biasa digunakan untuk meratakan permukaan material, membentuk material kedalam bentuk silinder (simetri putar). Biasa digunakan untuk proses pembuatan poros (*shaft*), tirus, dan sebagainya. Berikut ilustrasi proses *Turning* dalam gambar dibawah ini.

Gambar 2.6 Ilustrasi Proses *Turning* (3)2) *ibid*, hal 6573) *ibid*, hal 655

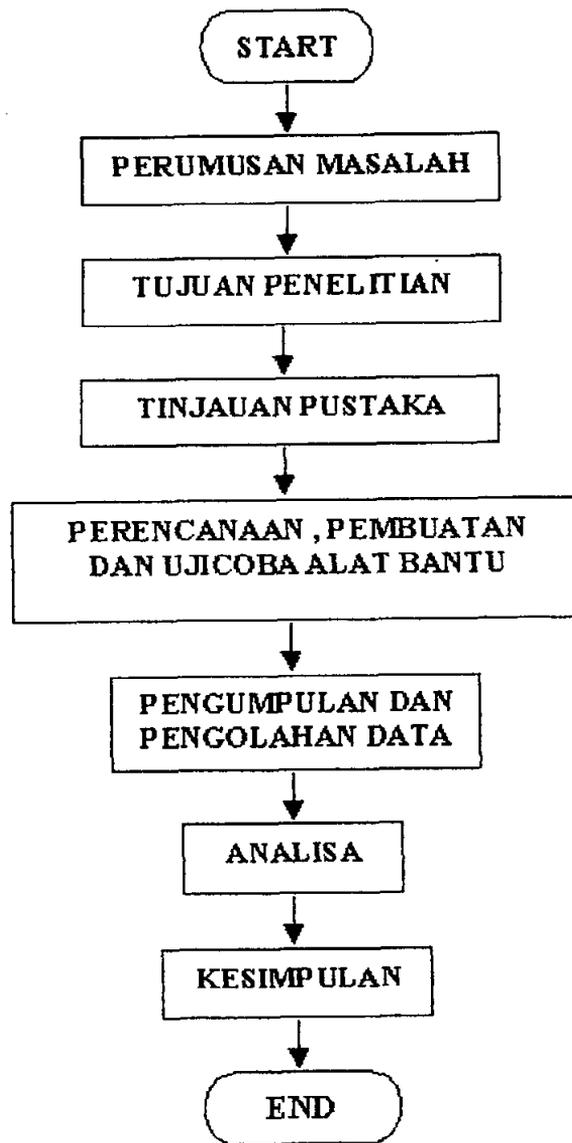
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Tahapan Penelitian

Pembuatan skripsi perancangan alat bantu mesin bubut ini melalui beberapa langkah. Secara sistematis, tahapan penelitian yang dilakukan digambarkan pada diagram alir bawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian

Keterangan :**1. Perumusan Masalah**

Tahapan penelitian diawali dengan perumusan masalah. Permasalahan yang diangkat sebagai bahan perancangan dan pembuatan proyek tugas akhir adalah aktivitas pengukuran yang sering terjadi dalam proses bubut.

2. Tujuan Penelitian

Tahap selanjutnya setelah permasalahan sebagai topik tugas akhir dirumuskan, ditetapkan tujuan proyek tugas akhir yaitu penggunaan teknologi otomasi sebagai alat bantu alternatif penyelesaian permasalahan waktu kerja pada proses bubut menggunakan mesin bubut berteknologi manual untuk meminimasi waktu pengukuran.

3. Tinjauan Pustaka

Tahap selanjutnya mengadakan tinjauan pustaka sebagai landasan teoritis dalam merancang, membuat dan mengadakan ujicoba alat bantu dimulai dari tinjauan pustaka dibidang elektronika mengenai mikrokontroler, ADC (*Analog to Digital Converter*), potensiometer linier, 7 segmen (*seven segment*) sebagai tampilan indikator, dan analisis statistik Hipotesis $t - test$ untuk menguji kepresisian alat bantu.

4. Perencanaan, Pembuatan dan Uji Coba Alat Bantu

Tahap ini merancang sistem minimum (diagram hubungan antar komponen elektronika yang disimulasikan dengan menggunakan software) dari rangkaian elektronika tampilan indikator, merancang rangkaian

elektronika berdasar pada sistem minimum yang telah dibuat dan sistem mekanik alat bantu, pembuatan rangkaian elektronika alat bantu, sinkronisasi sistem mekanik dengan rangkaian elektronika alat bantu, mengadakan ujicoba alat bantu pada mesin bubut untuk mengetahui alat bantu dapat bekerja dengan baik atau tidak.

5. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini mengadakan proses bubut menggunakan alat bantu untuk memperoleh data dimensi hasil proses bubut yang digunakan sebagai data peta kendali. Data terkumpul, diolah untuk mengetahui rata – rata proses dan simpangan baku dari proses bubut menggunakan alat bantu.

6. Analisa

Tahap analisa dilakukan dengan membandingkan rata – rata waktu proses bubut dengan dan tanpa menggunakan alat bantu, Uji hipotesis dengan menggunakan table – t ($t - test$) dengan dugaan rata – rata penyimpangan dimensi hasil proses bubut menggunakan alat bantu terhadap spesifikasi tidak melebihi toleransi spesifikasi.

7. Kesimpulan

Tahap penarikan kesimpulan didasarkan pada hasil tahap analisa, besarnya variasi proses bubut dan penyimpangan rata – rata proses bubut menggunakan alat bantu sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

BAB IV

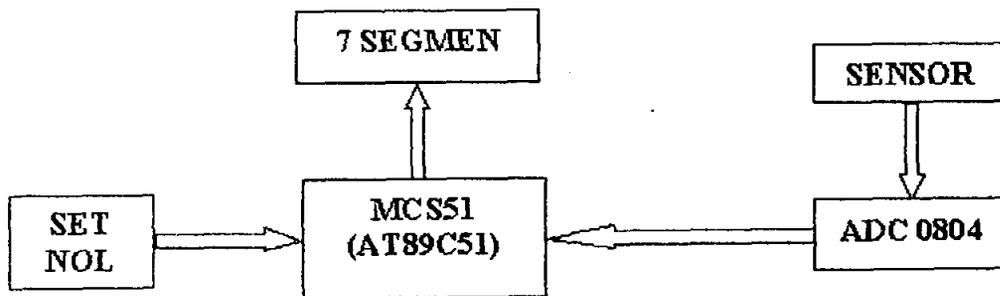
**PERANCANGAN DAN
PEMBUATAN ALAT BANTU
MESIN BUBUT**

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT BANTU

IV.1 Perencanaan dan Pembuatan Alat Bantu Mesin Bubut

Pembuatan skripsi ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu pembuatan perangkat keras / sistem mekanik dan pembuatan perangkat lunak / program. Diagram blok perancangan alat bantu mesin bubut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



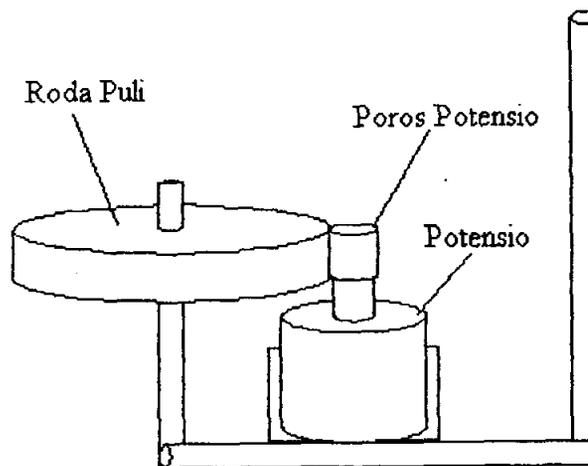
Gambar 4.1 Diagram Blok Alat Bantu Mesin bubut

MCS51 berfungsi sebagai pengontrol dari semua komponen yang terdapat pada alat ini.

IV.2 Sistem Mekanik Alat Bantu Mesin bubut

Sistem mekanik pada alat bantu Mesin Bubut terdiri dari sebuah roda puli dengan gerak rotasi yang menggerakkan poros potensiometer linier, dikonversi menjadi gerak linier berdasarkan pergeseran pahat bubut searah sumbu aksis X ke kiri dan ke kanan. Gerak linier ini dimanfaatkan sebagai konversi pergeseran pahat bubut yang menunjukkan jarak pemakanan pahat bubut. Diameter poros potensiometer yang digerakkan roda puli ditentukan berdasarkan alokasi

maksimal resolusi yang dihasilkan *ADC0804* adalah 8 bit (satu digit bilangan biner) dimana dalam sistem bilangan biner, resolusi (kondisi lingkungan mampu terbaca oleh *ADC* yang dikonversi dalam sinyal digital berupa bilangan biner) *ADC* adalah sebesar $2^8 = 256$ bit. Sistem penghitungan resolusi total bit dari *ADC* adalah 256 bit sedangkan alokasi bit yang menunjukkan perubahan konversi jarak adalah 255 (1 bit bernilai 0 atau tidak ada pergeseran). Sistem mekanik alat bantu Mesin bubut dapat terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.2 Mekanik Alat bantu Mesin Bubut

IV.3 Perangkat Lunak dan Sistem Elektronika Alat Bantu Mesin bubut

Selain pembuatan perangkat keras, dalam perancangan dan pembuatan alat ini diperlukan juga perangkat lunaknya untuk menunjang alat ini. Perangkat lunak dari alat bantu mesin bubut yang dirancang dibuat dalam bahasa *assembly MCS51* dengan menggunakan beberapa prosedur. Prosedur-prosedur yang digunakan dalam pembuatan program meliputi prosedur scankeypad yaitu prosedur untuk penekanan papan tombol *keypad* apakah ada tombol yang ditekan.

Prosedur `baca_adc` dalam perangkat lunak alat bantu yang dirancang (baca lampiran) berfungsi membaca perubahan nilai *ADC* dimana perubahan nilai *ADC* ini digunakan untuk mengetahui posisi dari pahat bubut. Pada titik awal pembubutan yang diinginkan 'Tombol Set Titik Nol' (baca lampiran) ditekan untuk mengubah nilai tampilan pada peraga 7 segmen menjadi nilai nol. *ADC* akan membaca perubahan bilangan biner dari masukan sinyal analog sensor sebagai penambahan nilai bit biner sinyal digital keluaran, diterjemahkan mikrokontroler sebagai pergeseran pahat bubut. Mikrokontroler mengeluarkan keluaran data digital sebagai keluaran sinyal digital dan ditampilkan dalam bentuk angka oleh peraga 7 segmen sebagai indikator pergeseran pahat bubut.

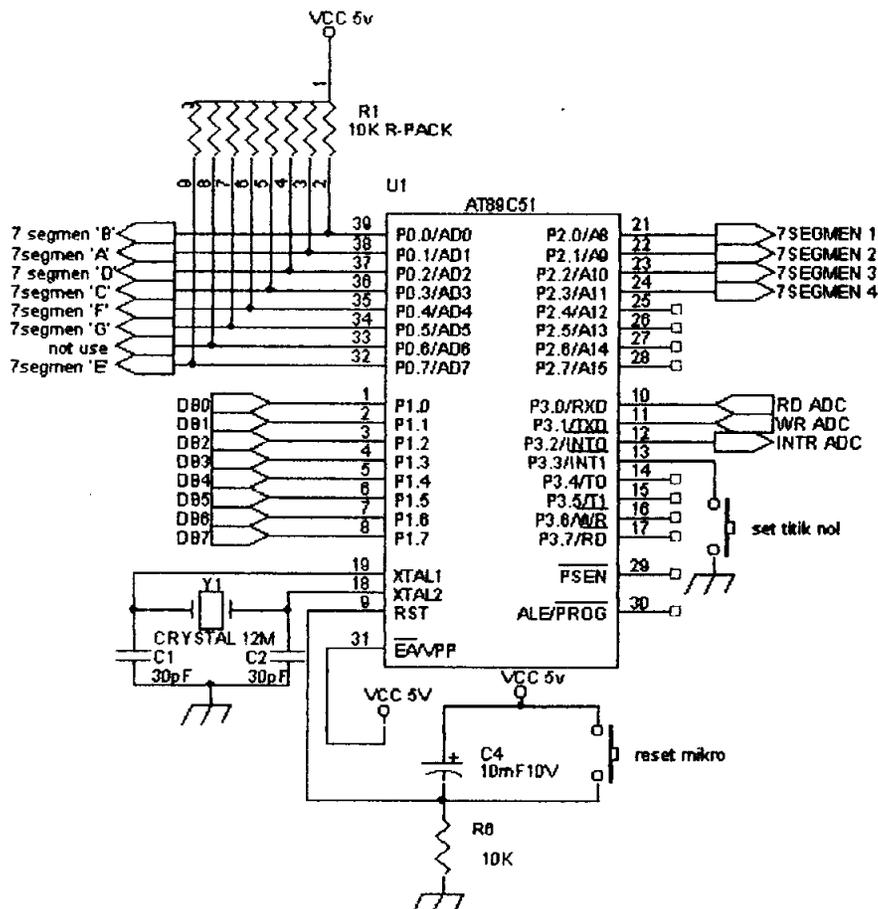
Perancangan sistem elektronika sebagai kontrol yang dijalankan oleh program, diisikan ke dalam mikrokontroler *AT89C51* dengan urutan perancangan sebagai berikut:

1. Perancangan rangkaian elektronika mikrokontroler *AT89C51* sebagai rangkaian utama alat bantu.
2. Perancangan rangkaian pengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital *ADC0804*.
3. Perancangan rangkaian display keluaran pemrosesan mikrokontroler terhadap perubahan pergeseran pahat bubut yang diterjemahkan kedalam bentuk tampilan digital *Seven Segment*.

Ketiga rangkaian diatas kemudian digabung menjadi rangkaian terintegrasi menjadi sebuah media pengkonversi besaran mekanik menjadi besaran elektronik (masukan sensor) yang ditampilkan kedalam bentuk tampilan digital.

IV.3.1 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

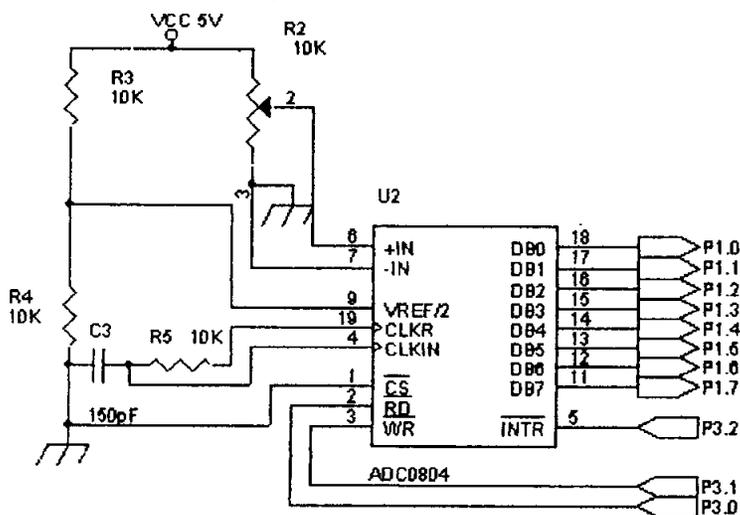
Secara garis besar mikrokontroler memroses masukan dari ADC berupa perubahan digit bilangan biner hasil konversi sinyal analog dari sensor menjadi sinyal digital, diproses dengan menggunakan pendekatan fungsi matematis dalam logika pemrograman *Assembly* (bahasa pemrograman tingkat rendah spesifik untuk pemrograman mikrokontroler). Adapun hasil pengolahan perubahan digit bilangan biner ditampilkan dalam tampilan digital *Seven Segment*. Berikut perancangan rangkaian dari mikrokontroler yang digunakan dalam pembuatan alat bantu.



Gambar 4.3 Rangkaian Mikrokontroler AT89C51

IV.3.2 Perancangan Rangkaian *ADC0804*

Rangkaian ADC berfungsi sebagai media pengkonversi sinyal analog yang berasal dari sensor, diubah kedalam besaran elektronik berupa bilangan yang berubah sesuai dengan perubahan kondisi yang terbaca oleh sensor. Resolusi dari ADC0804 adalah sebesar 8 bit (bit = digit bilangan biner) yang artinya kondisi mampu terbaca oleh ADC adalah sebesar $2^8 = 256$ bit. Berikut rancangan rangkaian ADC0804 yang digunakan dalam pembuatan alat bantu.

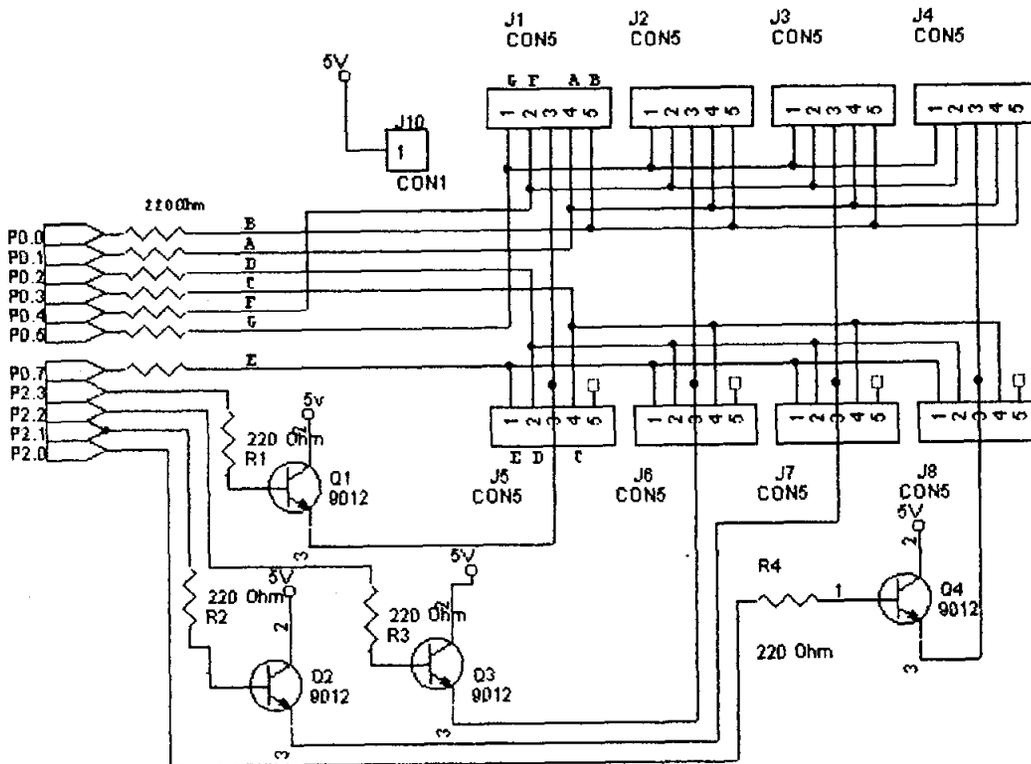


Gambar 4.4 Rangkaian *ADC0804*

IV.3.3 Perancangan Rangkaian Peraga Digital *Seven Segment*

Perancangan rangkaian peraga digital *seven segment* didasarkan pada kondisi perancangan keluaran data digital dari rangkaian mikrokontroler sebagai basis pemrograman tampilan. Perancangan rangkaian peragaga menggunakan *seven segment* spesifik masukan anoda (*common anoda*) dimana *seven segment* terhubung langsung dengan terminal positif dari sumber tegangan dan negatif tegangan agar *LED seven segment* menyala berasal dari mikrokontroler sebagai

pengendali program tampilan. Berikut perancangan rangkaian peraga digital *seven segment* yang digunakan dalam pembuatan alat bantu.



Gambar 4.5 Rangkaian Peraga *Seven Segment*

IV.4 Pembuatan Rangkaian Elektronika Alat Bantu

Perancangan rangkaian mikrokontroler *AT89C51*, *Analog to Digital Converter (ADC0804)*, dan peraga digital *Seven Segment* diuji dalam simulasi program software *OrCad Release 9.1* untuk mengetahui komponen – komponen dalam rangkaian terhubung dengan baik atau tidak. Selesai disimulasikan dan hasilnya baik, rangkaian mikrokontroler dan ADC digabungkan menjadi satu rangkaian yang bekerja bersama – sama dan terintegrasi (lampiran 4).