

### BAB III

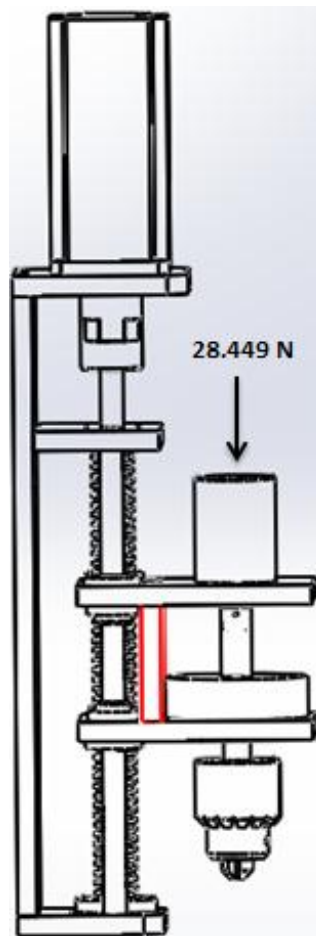
## MODIFIKASI MEKANISME PENGGERAK PAHAT ARAH SUMBU-Z DAN PROGRAM MEKANISME PENGGERAK PAHAT MESIN ROUTER ARAH SUMBU-Z

Pada bab ini akan dibahas tentang perhitungan torsi ulir daya, modifikasi mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z, hasil modifikasi mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z dan program mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z.

### 3.1 Perhitungan Torsi Ulir Daya

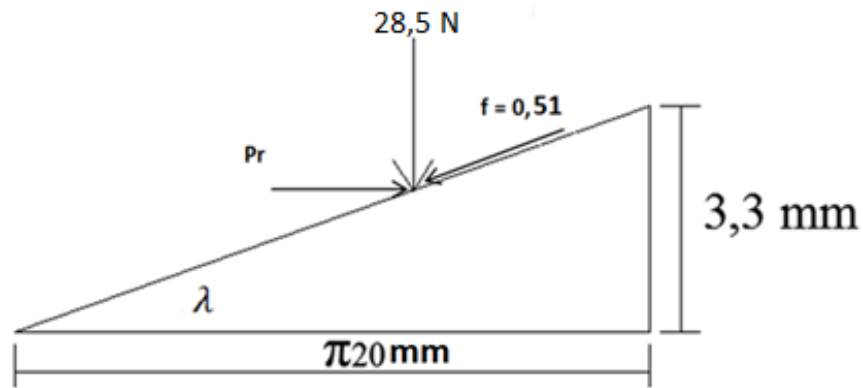
Perhitungan torsi ulir daya dilakukan untuk mendapatkan nilai torsi motor servo yang diperlukan untuk menaikkan dan menurunkan poros spindel pada arah sumbu-z. Torsi yang dihasilkan motor servo harus lebih besar dari torsi yang bekerja pada ulir daya.

Skematis penggerak pahat mesin router arah sumbu-z dapat dilihat pada gambar 3.1. Beban yang perlu diangkat sebesar 28,449 N.



**Gambar 3.1 Penggerak Pahat Mesin Router Arah Sumbu-z**

Ulir daya yang digunakan mempunyai profil square thread. Profil square thread berfungsi untuk menaikkan beban mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z. Ulir daya yang digunakan untuk menaikkan beban memiliki diameter mayor 20 mm dan mempunyai pitch sebesar 3,3 mm. Skematik kesetimbangan gaya ketika ulir mengangkat beban dapat dilihat pada gambar 3.2



**Gambar 3.2 Skematik Kesetimbangan Gaya Ketika Ulir Mengangkat Beban**

Kemiringan bidang miring terhadap bidang horizontal disebut dengan lead angel ( $\lambda$ ). Lead angel dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.4. Nilai besar lead angel adalah sebagai berikut :

$$\tan \lambda = \frac{L}{\pi dp}$$

$$\tan \lambda = \frac{3,3}{\pi 20}$$

$$\lambda = 0,052 \text{ rad}$$

Besar torsi untuk menggerakkan poros spindel pada arah sumbu-z dapat dicari menggunakan persamaan 2.5. Nilai besar torsi adalah sebagai berikut :

$$T = \frac{Fdm}{2} \left[ \frac{\sin \lambda + f \cos \lambda}{\cos \lambda - f \sin \lambda} \right]$$

$$\begin{aligned} \sin \lambda &= \sin (0,052) \\ &= 0,052 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \lambda &= \cos (0,052) \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$T = \frac{Fdm}{2} \left[ \frac{\sin \lambda + f \cos \lambda}{\cos \lambda - f \sin \lambda} \right]$$

$$T = \frac{28,5 \times 20}{2} \left[ \frac{0,052 + 0,51(1)}{1 - 0,51(0,052)} \right]$$

$$T = 285 \left[ \begin{matrix} 0,56 \\ 0,97 \end{matrix} \right]$$

$$T = 285(0,58)$$

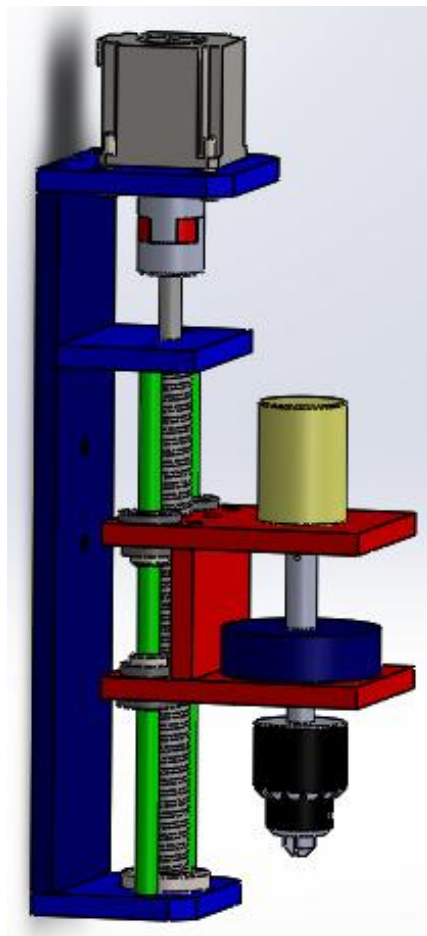
$$T = 165,3 \text{ Nmm}$$

$$T = 0,165 \text{ Nm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai torsi motor servo yang diperlukan untuk menaikkan poros spindel pada arah sumbu-z, minimum sebesar 0,165 Nm.

### 3.2 Modifikasi Mekanisme Penggerak Pahat Arah Sumbu-z

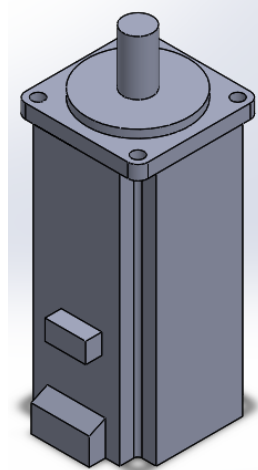
Modifikasi mekanisme penggerak pahat arah sumbu-z bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z yang sudah ada. Mekanisme penggerak pahat mesin router pada arah sumbu-z sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 3.3. Bagian-bagian yang dimodifikasi di mesin router arah sumbu-z ini meliputi motor penggerak pahat dan kedudukan motor penggerak pahat pada arah sumbu-z.



**Gambar 3.3**  
**Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Arah Sumbu-z Sebelum Dimodifikasi**

**a. Motor Penggerak**

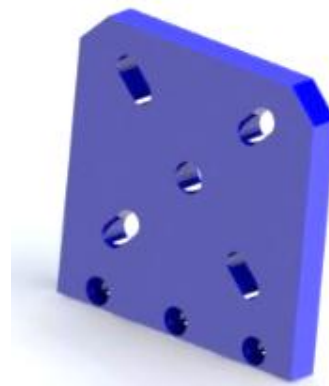
Motor servo ac yang digunakan untuk menggerakkan mekanisme penggerak pahat mesin router yaitu motor servo merk Mitsubishi tipe HC-KFS43. Motor servo ac Mitsubishi tipe HC-KFS43 memiliki daya keluaran 400 watt, torsi maksimum 3,8 Nm dan kecepatan putar maksimum 4500 rpm. Motor servo ac HC-KFS43 dapat dilihat pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4 Motor Servo AC 400 watt**

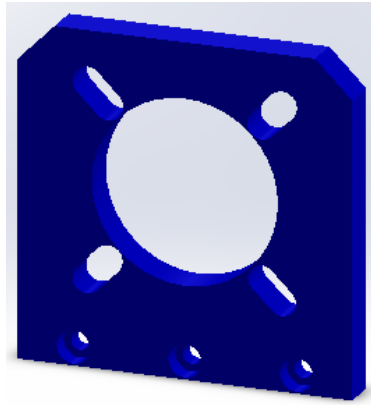
**b. Dudukan Motor Penggerak**

Dudukan motor penggerak dimodifikasi karena diameter poros motor stepper berbeda dengan diameter poros motor servo dan jarak antara lubang leher motor stepper berbeda dengan jarak antara lubang leher motor servo. Dudukan motor penggerak sebelum dimodifikasi mempunyai empat lubang berbentuk slot dan satu lubang berdiameter 10 mm. Dudukan motor penggerak sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 3.5.



**Gambar 3.5 Motor Penggerak Sebelum Dimodifikasi**

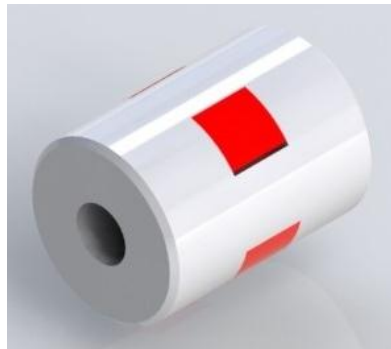
Dudukan motor penggerak setelah dimodifikasi mempunyai empat lubang slot dan satu lubang berdiameter 50 mm. Dudukan motor penggerak setelah dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 3.6.



**Gambar 3.6 Dudukan Motor Penggerak Setelah Dimodifikasi**

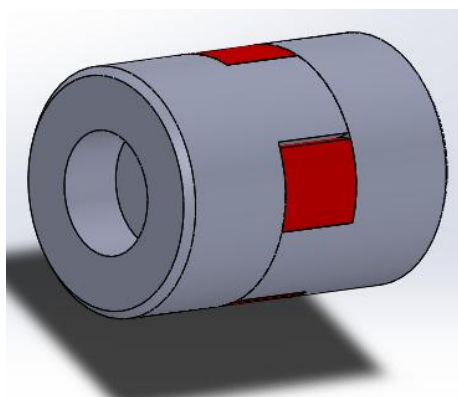
**c. Coupling**

*Coupling* dimodifikasi karena diameter poros motor stepper berbeda dengan diameter poros motor servo. *Coupling* sebelum dimodifikasi mempunyai satu lubang berdiameter 10 mm. *Coupling* sebelum dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 3.7.



**Gambar 3.7 Coupling Sebelum Dimodifikasi**

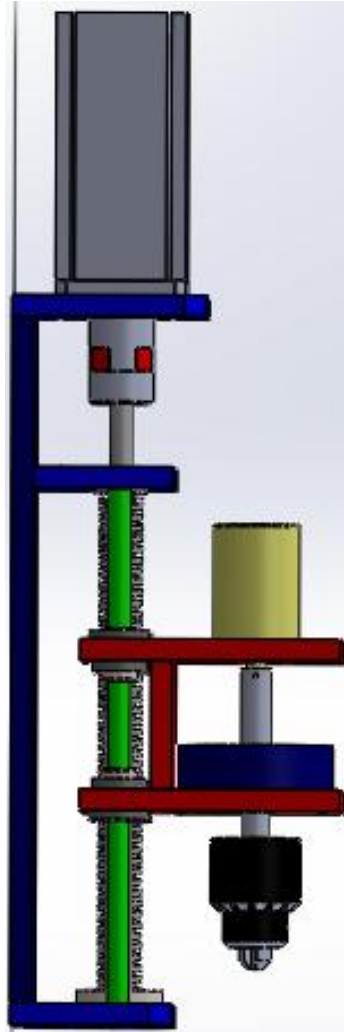
*Coupling* setelah dimodifikasi mempunyai satu lubang berdiameter 15 mm. *Coupling* setelah dimodifikasi dapat dilihat pada gambar 3.8.



**Gambar 3.8 Coupling Setelah Dimodifikasi**

### 3.3 Hasil Modifikasi Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Arah Sumbu-z

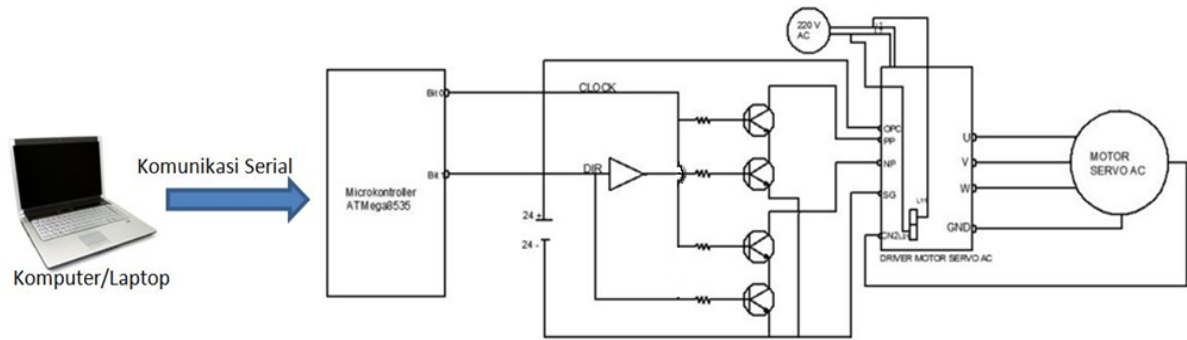
Setelah dimodifikasi, mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z mengalami perubahan. Hasil modifikasi mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z dapat dilihat pada gambar 3.9.



**Gambar 3.9**  
**Hasil Modifikasi Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Arah Sumbu-z**

### 3.4 Komponen Sistem Kendali Gerak Pahat Mesin Router CNC Arah Sumbu-z

Komponen sistem kendali gerak pahat mesin router CNC adalah komponen kontrol yang berfungsi untuk mengendalikan motor servo ac. Komponen sistem kendali gerak pahat mesin router CNC arah sumbu-z terdiri dari PC (laptop atau komputer), mikrokontroler ATmega 8535, rangkaian motor servo (Dir dan Clock), driver motor servo ac mitsubishi tipe MR-J2S-40A, dan motor servo ac mitsubishi tipe HC-KFS43. Skematis rangkaian kendali gerak pahat mesin router CNC arah sumbu-z dapat dilihat pada gambar 3.10.



**Gambar 3.10**

**Skematis Rangkaian Sistem Kendali Gerak Pahat Mesin Router Arah Sumbu-x**

### 3.5 Program Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Arah Sumbu-z

Aplikasi pemrograman yang digunakan pada mekanisme penggerak pahat mesin router arah sumbu-z adalah *CodeVisionAVR* dan *Visual Basic 6.0*. Bahasa yang digunakan pada program menggunakan bahasa C. Pemilihan kedua program tersebut dikarenakan kedua program tersebut mudah digunakan dan memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi secara serial.

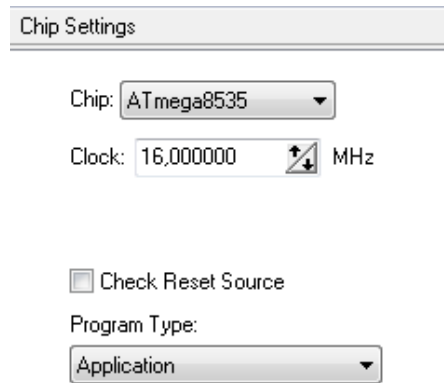
#### 3.5.1 Code Vision AVR

Program *CodeVisionAVR* digunakan sebagai program penghubung antara komputer dengan mikrokontroler. Program yang dibuat pada *CodeVisioAVR* adalah program yang dapat mengirim data dari mikrokontroller ke komputer serta program yang dapat menerima data dari komputer ke mikrokontroller. Data yang diterima mikrokontroller dari komputer berupa sinyal digital. Sinyal digital tersebut selanjutnya dikirim ke driver motor servo ac untuk menggerakkan motor servo ac.

Pengiriman data dapat dilakukan dengan menggunakan komunikasi antara mikrokontroler dengan komputer. Komunikasi yang sering digunakan yaitu komunikasi serial secara sinkron antara mikrokontroller dengan komputer.

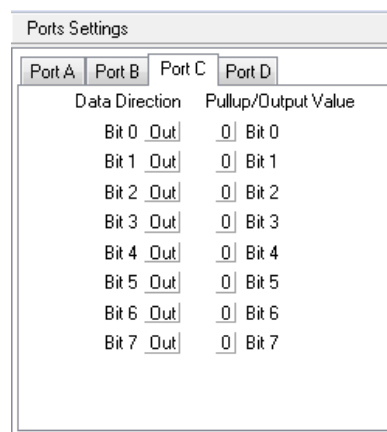
Sebelum membuat program pada *Code Vision AVR* terdapat beberapa fitur yang harus diatur. Fitur-fitur tersebut diantaranya pemilihan jenis *chip* yang digunakan, *clock* yang digunakan, PORT yang digunakan, pengaturan beberapa kaki pada PORT untuk fungsional kaki PP serta NP pada terminal PP dan NP serta pengaturan USART untuk komunikasi serial.

Jenis *chip* yang digunakan pada program tugas akhir ini adalah mikrokontroller ATmega8535 dengan nilai clock 16 MHz. Tampilan pengaturan chip dan nilai clock dapat dilihat pada gambar 3.11.



**Gambar 3.11 Tampilan Pengaturan Chip dan Clock**

*Mikrokontroler* ATmega8535 mempunyai 4 PORT yaitu PORTA, PORTB, PORTC, dan PORTD dimana setiap PORT mempunyai 8 kaki. PORT yang digunakan adalah PORTC dimana kaki 1 sampai kaki 8 (bit 0 sampai bit 7) diatur kondisinya sebagai output. Tampilan pengaturan PORT yang digunakan sebagai output dapat dilihat pada gambar 3.12.

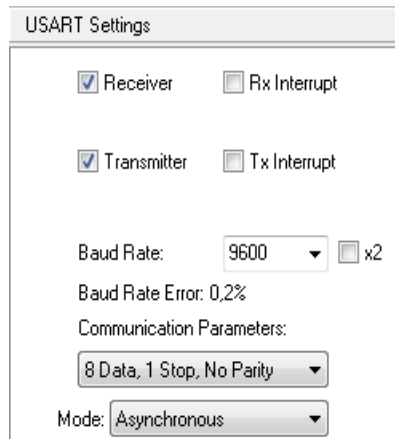


**Gambar 3.12 Tampilan Pengaturan Port yang Digunakan**

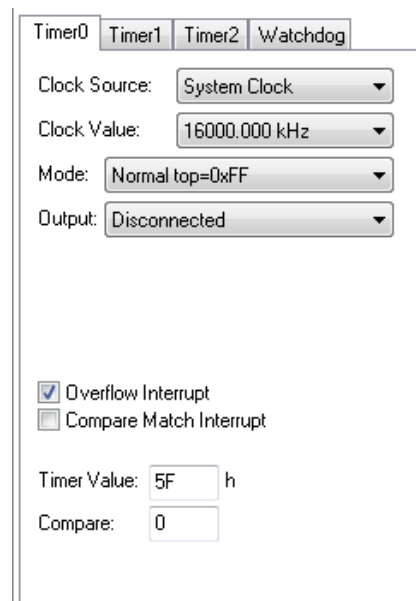
Pengiriman data yang digunakan untuk menggerakkan tiga buah motor servo ac dilakukan secara serial. Oleh sebab itu supaya program yang dibuat dapat dikirim secara serial, diperlukan pengaturan USART pada fitur *Code Vision AVR*. Pengaturan USART dilakukan dengan cara memberi tanda centang pada kolom receiver dan transmitter. Tampilan pengaturan USART dapat dilihat pada gambar 3.13.

Timer merupakan fasilitas pada *mikrokontroler* yang dapat digunakan untuk mengukur selang waktu antara dua kejadian yang tidak bersamaan. Tampilan pengaturan timer dapat dilihat pada gambar 3.14.





**Gambar 3.13 Tampilan Pengaturan USART**



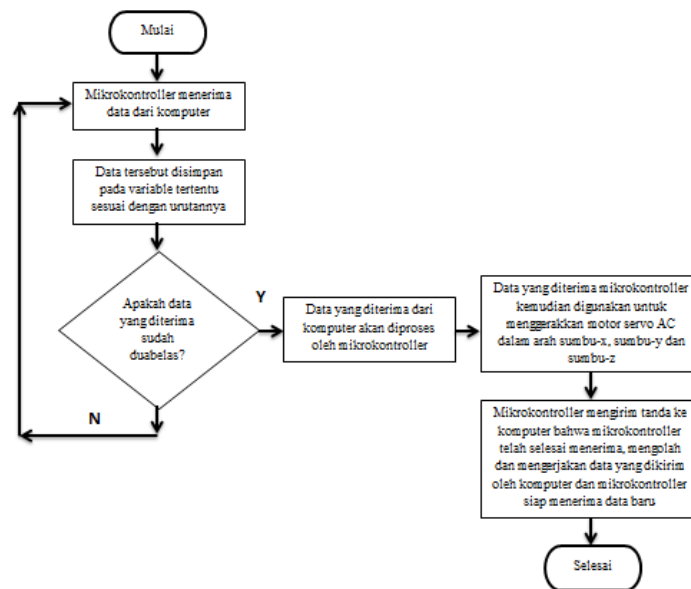
**Gambar 3.14 Pengaturan Timer**

Kapasitas timer dapat diatur dengan cara memberikan nilai awal pada timer tersebut. Timer0 diberi nilai awal 5F (dalam hexsadesimal), nilai 5F dalam bilangan desimal yaitu 95. Kapasitas timer yang semula 255 (8 bit) akan berubah menjadi 160. Frekuensi timer yang dipilih adalah 16000.000 kHz, waktu yang diperlukan untuk mengisi timer adalah 0,00001 detik.

Agar cara kerja program penerimaan data dari komputer ke mikrokontroller lebih mudah dipahami, dibuat diagram alir. Diagram alir tersebut dapat dilihat pada gambar 3.15.

Pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.14 mikrokontroller dalam keadaan siap untuk menerima data dari komputer. Data yang diterima dari komputer berjumlah duabelas data. Duabelas data tersebut meliputi data pertama berupa tanda positif atau negatif untuk menentukan arah putaran (cw atau ccw) pada motor satu. Data kedua berupa tanda positif atau negatif untuk menentukan arah putaran (cw atau ccw) pada motor dua. Data ketiga

berupa tanda positif atau negatif untuk menentukan arah putaran (cw atau ccw) pada motor tiga.



**Gambar 3.15**

**Diagram Alir Program Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Pada Arah Sumbu-z**

Data keempat berupa hasil bagi jumlah putaran dengan 255 untuk motor satu. Data kelima berupa sisa bagi jumlah putaran dengan 255 untuk motor satu. Data keenam berupa delay untuk motor satu. Data ketujuh berupa hasil bagi jumlah putaran dengan 255 untuk motor dua. Data kedelapan berupa sisa bagi jumlah putaran dengan 255 untuk motor dua. Data kesembilan berupa delay untuk motor dua. Data kesepuluh berupa hasil bagi jumlah putaran dengan 255 untuk motor tiga. Data kesebelas berupa sisa bagi jumlah putaran dengan 255 untuk motor tiga, dan data keduabelas delay untuk motor tiga. Jika data yang diterima komputer sudah duabelas maka data tersebut akan diproses oleh mikrokontroler, data yang telah diproses mikrokontroler digunakan untuk menggerakkan motor servo ac.

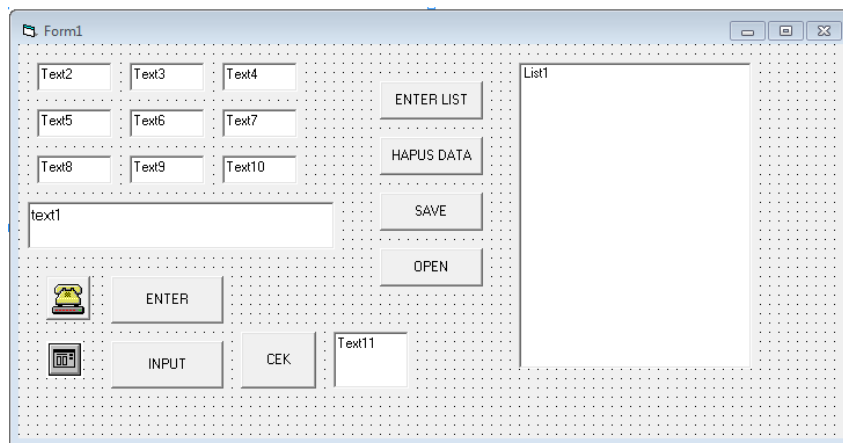
Mikrokontroler mengirimkan tanda ke komputer ketika mikrokontroler telah selesai mengerjakan perintah untuk menggerakkan motor servo ac berdasarkan data yang dikirimkan oleh komputer. Detail program yang sesuai dengan diagram alir gambar 3.14. dapat dilihat di lampiran.

**3.5.2 Visual Basic**

Perangkat lunak yang dibuat harus mampu mengirimkan sejumlah data yang telah diolah dari komputer ke mikrokontroler. Pengiriman data dilakukan dengan menggunakan komunikasi secara serial. Data-data yang dikirimkan dari komputer menuju mikrokontroler kemudian ditampilkan ke dalam komputer agar dapat diketahui apakah data yang telah

diterima oleh mikrokontroler sesuai dengan data yang dikirim dari komputer. Program juga harus dapat mengirim sejumlah data secara berulang dan bergantian.

Tahapan pembuatan perangkat lunak pemrograman mekanisme penggerak pahat mesin router pada arah sumbu-z dimulai dengan mendesain form. Form jalur komunikasi serial dibuat untuk mempermudah mengatur jalur komunikasi antara komputer dan mikrokontroler. Objek yang terdapat pada form terdiri dari textbox, commandbutton, dan listbox. Tampilan form mekanisme penggerak pahat mesin router pada arah sumbu-z dapat dilihat pada gambar 3.16.



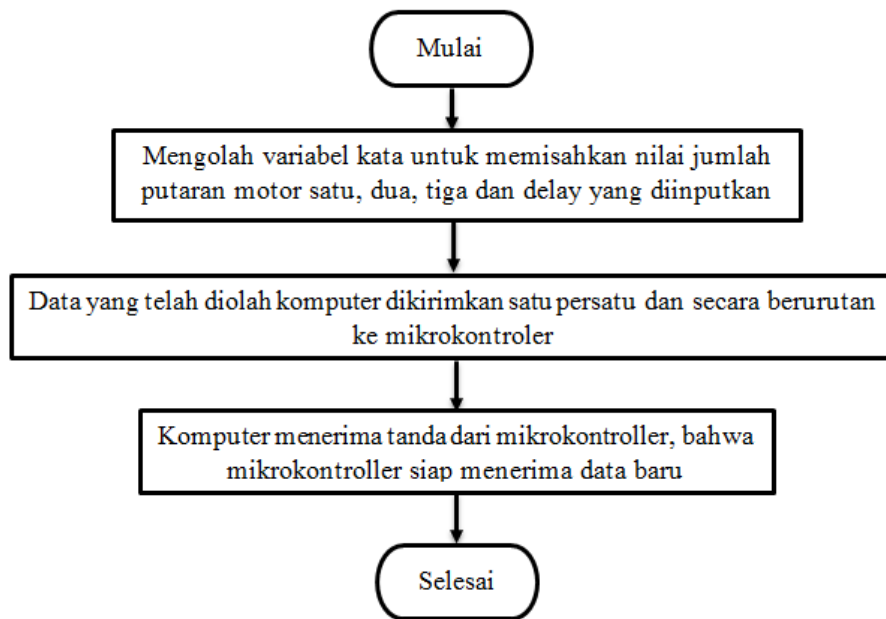
**Gambar 3.16**  
**Tampilan Form Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router Pada Arah Sumbu-z**

Sebelum dilakukan komunikasi serial antara mikrokontroler dan komputer, beberapa properti objek-objek pada form perlu diatur. Properti objek yang harus diatur dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Properti Form**

Objek	Properti	Harga
MSComm	Name	MSComm1
	Rthreshold	1
	Srreshold	1
	Setting	9600,n,8,1

Agar cara kerja program pengiriman data dari komputer ke mikrokontroler lebih mudah dalam dipahami dibuat diagram alir seperti pada gambar 3.16. Detail program yang sesuai dengan diagram alir pada gambar 3.17 dapat dilihat di lampiran.



**Gambar 3.17**  
**Diagram Alir Program Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router**

Pada form mekanisme penggerak pahat mesin router pada arah sumbu-z terdapat tujuh tombol yang digunakan diantaranya tombol *input*, tombol *enter*, tombol *cek*, tombol *enter list*, tombol *hapus data*, tombol *save* dan tombol *open*. Fungsi masing-masing tombol pada form mekanisme penggerak pahat mesin router pada arah sumbu-z dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tombol *input* berfungsi menambah data-data untuk menggerakkan motor servo ac pada listbox list1.
2. Tombol *enter* berfungsi mengirim jumlah step (jumlah siklus) dan delay (waktu) yang terdapat text box 1.
3. Tombol *cek* berfungsi memeriksa port yang digunakan sebagai komunikasi serial untuk menggerakkan motor servo ac.
4. Tombol *enter list* berfungsi mengirim jumlah step (jumlah siklus) dan delay (waktu) yang terdapat pada listbox list1.
5. Tombol *hapus data* berfungsi menghapus data-data gerakan motor servo ac pada listbox list1 secara keseluruhan.
6. Tombol *save* berfungsi menyimpan data-data gerakan motor servo yang terdapat pada listbox kedalam komputer.
7. Tombol *open* berfungsi membuka data-data gerakan motor servo yang telah disimpan pada komputer.