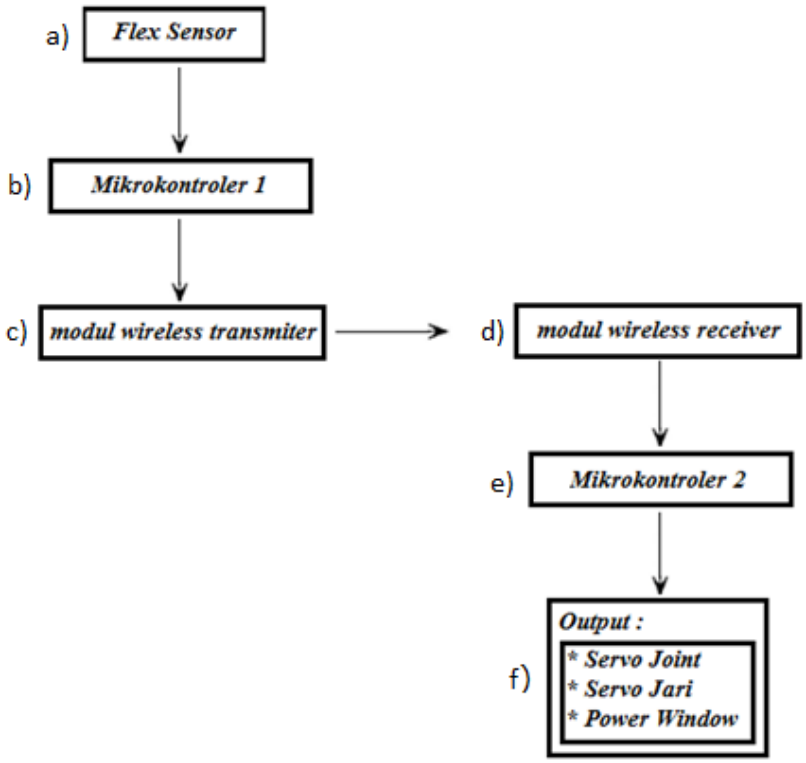
BAB III
PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada tugas akhir ini, terdapat beberapa diagram blok yang akan menerangkan alat keseluruhan. Berikut adalah diagram blok secara keseluruhan:



Gambar 3.1. Diagram Blok Sistem

Keterangan blok diagram:

a) Blok Sensor *Flex*

Sensor *flex* berfungsi sebagai pendeteksi gerakan pada sarung tangan yang dipakai oleh pengendali. Sensor ini akan menghasilkan *output* berupa resistansi ketika mendeteksi adanya gerakan berupa lengkungan jari pada pengontrol sarung tangan.

b) Blok Mikrokontroler 1.

Blok ini berfungsi sebagai penendali sistem secara keseluruhan. Sinyal *input* analog yang diterima mikrokontroler ini dihasilkan dari *output* sensor *flex*, kemudian sinyal tersebut dikonversi dan diolah menjadi sebuah data

digital yang akan dikirim pada mikrokontroler 2 melalui media transmisi *wireless* berupa *pulseout* untuk memberi sinyal kepada motor servo. Selanjutnya motor servo menghasilkan gerak fisik (*action*) berupa putaran.

c) Blok Modul *Wireless* Pengirim

Blok diagram ini berfungsi sebagai media transmisi atau media pengirim informasi data dari mikrokontroler 1 ke mikrokontroler 2.

d) Blok Modul *Wireless* Penerima

Blok diagram ini berfungsi sebagai penerima informasi yang dikirim oleh media transmisi dari mikrokontroler 1.

e) Blok Mikrokontroler 2

Blok diagram ini berfungsi sebagai penerima data informasi yang dikirim oleh mikrokontroler 1. Data informasi tersebut akan diolah menjadi *pulseout* untuk menggerakkan masing-masing motor servo dan motor DC.

f) Blok *output* (Motor Servo Jari).

Terdapat 5 buah motor servo untuk menggerakkan masing-masing jari. *Pulseout* yang diberikan mikrokontroler akan menggerakkan motor servo sesuai dengan perintah dari mikrokontroler.

g) Blok *output* (Motor Servo Persendian).

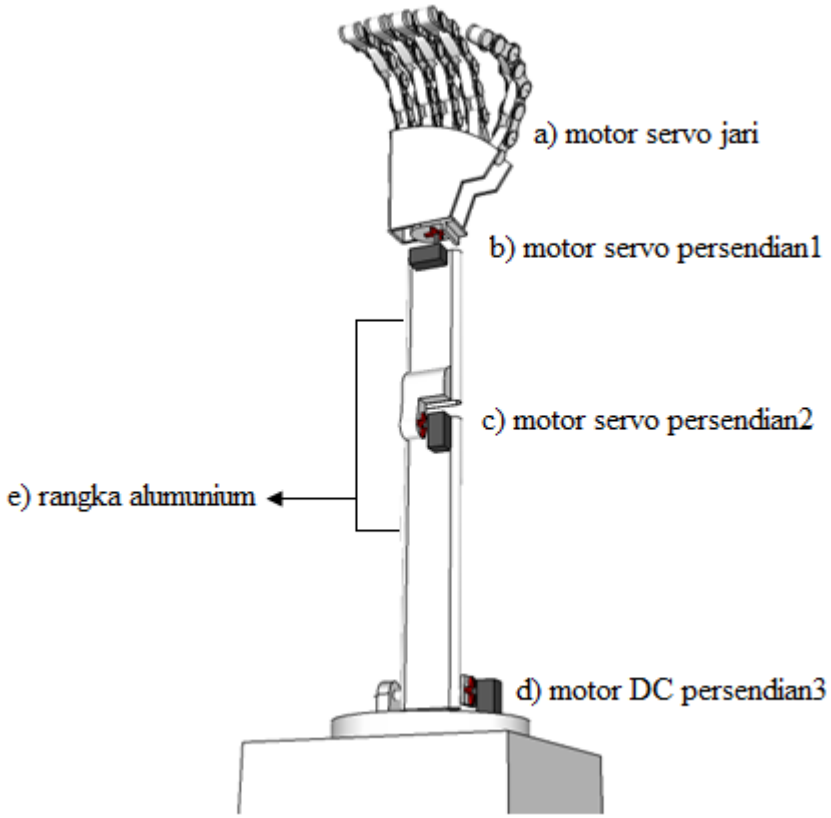
Blok diagram ini berfungsi sebagai penggerak persendian lengan robot. Bagian servo persendian terdapat dua motor servo, yaitu servo gerak horizontal dan servo gerak vertikal.

h) Blok *output* (Motor DC).

Blok diagram ini berfungsi sebagai penggerak persendian utama lengan robot, yang terletak pada bagian dasar sebagai penopang lengan keseluruhan.

3.2 Perancangan Alat

3.2.1 Konsep Rangka



Gambar 3.2. Konsep Rangka

Pada gambar di atas dapat dilihat konstruksi keseluruhan dari perancangan alat yang akan dibuat. Gerak alat ini menyerupai sebagian gerak tangan manusia, seperti menggerakkan jari dan memutar pergelangan tangan. Gerak jari robot tangan akan sama dengan gerak jari tangan orang, yang dikendalikan melalui sarung tangan yang sudah terpasang sensor *flex*. Keterangan gambar konsep rangka diatas adalah sebagai berikut:

a) Motor Servo Jari

Terdapat lima buah motor servo yang berfungsi untuk menggerakkan masing-masing jari. *Pulseout* yang diberikan mikrokontroler akan menggerakkan motor servo sesuai dengan perintah dari mikrokontroler. Ketika jari pada sarung tangan menekuk, maka resistansi sensor akan berubah sehingga nilai tegangan yang dikirim dari sensor akan ikut berubah, sinyal tegangan atau analog ini menjadi *input* pada mikrokontroler 1 yang kemudian

dikonversi menjadi sinyal digital oleh *port* ADC pada mikrokontroler. Kemudian nilai ADC diolah dalam program sehingga menghasilkan nilai *pulseout* untuk menggerakkan motor servo. Kelima motor servo ini dipasang pada bagian ruang telapak tangan yang kosong. Tuas gigi luaran motor servo akan menarik atau mengulur tali khusus berupa tali senar raket yang dikaitkan pada ujung-ujung jari. Gerakan jari tangan robot akan sesuai dengan gerakan sarung tangan yang dipakai oleh pengendali. Urutan penomoran motor servo yaitu motor servo nomor 1 terdapat pada ibu jari, nomor motor servo 2 yaitu jari telunjuk, dan seterusnya berurutan sampai nomor motor servo nomor 5 pada jari kelingking robot.

b) Motor Servo Persendian1

Motor servo persendian1 berfungsi sebagai penggerak persendian atau pergelangan lengan. Bagian servo persendian1 yaitu motor servo dengan gerak horizontal. Motor servo persendian1 dapat berputar membentuk sudut maksimal 180º pada arah horizontal. Motor servo persendian1 ini dikendalikan dengan potensiometer *joystick* dua arah yang dipasang pada kotak hitam sarung tangan. Pergerakan tuas potensiometer yang digunakan adalah tuas kanan dan kiri. Ketika potensiometer digerakan maka resistansi sensor akan berubah sehingga nilai tegangan yang dikirim dari sensor akan ikut berubah. Sinyal tegangan atau analog ini menjadi *input* pada mikrokontroler 1 yang kemudian dikonversi menjadi sinyal digital oleh *port* ADC pada mikrokontroler. Kemudian diolah dalam program sehingga menghasilkan nilai *pulseout* untuk menggerakkan motor servo persendian1.

c) Motor Servo Persendian2

Motor servo persendian2 berfungsi sebagai penggerak persendian kedua setelah pergelangan di atas. Bagian servo persendian2 yaitu motor servo dengan gerak horizontal. Motor servo persendian1 dapat berputar membentuk sudut maksimal 180º pada arah vertikal. Motor servo persendian2 ini dikendalikan dengan potensiometer *joystick* dua arah yang dipasang pada kotak hitam sarung tangan. Pergerakan tuas potensiometer yang digunakan adalah tuas maju dan mundur. Ketika potensiometer digerakan maka resistansi sensor akan berubah sehingga nilai tegangan yang dikirim dari sensor akan

ikut berubah. Sinyal tegangan atau analog ini menjadi *input* pada mikrokontroler 1 yang kemudian dikonversi menjadi sinyal digital oleh *port* ADC pada mikrokontroler. Kemudian diolah dalam program sehingga menghasilkan nilai *pulseout* untuk menggerakkan motor servo persendian2.

d) Motor DC Persendian3.

Motor DC berfungsi sebagai penggerak persendian utama lengan robot, yang terletak pada bagian dasar sebagai penopang lengan robot keseluruhan. Motor DC melakukan gerak *vertikal* sama hal nya dengan motor servo nomor 2. Motor DC dikendalikan dengan potensiometer *joystick* dua arah yang dipasang pada kotak hitam sarung tangan. Ketika potensiometer digerakkan maka resistansi sensor akan berubah sehingga nilai tegangan yang dikirim dari sensor akan ikut berubah. Sinyal tegangan atau analog ini menjadi *input* pada mikrokontroler 1 yang kemudian dikonversi menjadi sinyal digital oleh *port* ADC pada mikrokontroler. Kemudian nilai ADC ini akan dibedakan pada 3 kondisi dengan ilustrasi algoritma teks sebagai berikut:

```
‘IF ADC > 540 Then
‘Motor DC Mundur
‘Else IF ADC < 490 Then
‘Motor DC Maju
‘Else
‘Motor DC Stop
```

Algoritma teks di atas yaitu untuk perintah menggerakkan Motor DC persendian3, dengan kata lain pergerakan persendian3 ini menggunakan kontrol *on/off*.

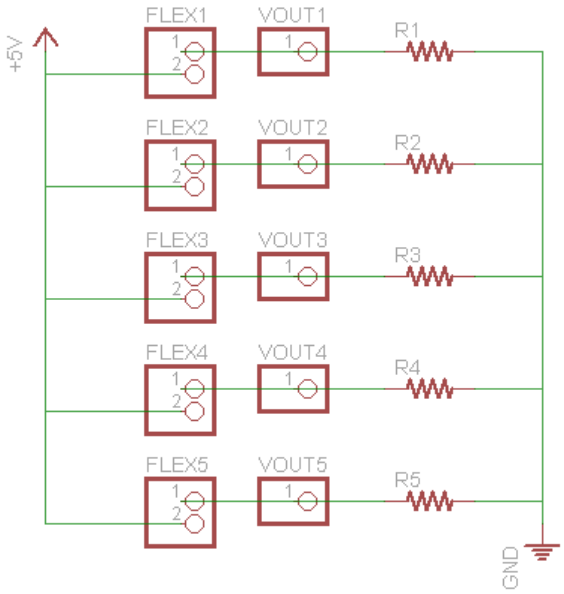
e) Rangka Alumunium

Rangka alumunium ini berungsi sebagai bahan utama kerangka lengan robot. Terdapat dua rangka alumunium, yaitu penghubung antara motor servo persendian1 dan motor servo persendian2, serta penghubung antara motor servo persendian dua dan motor DC. Kedua rangka alumunium ini berbentuk balok panjang berongga.

3.2.2 Sensor

Dalam perancangan alat ini terdapat dua sensor gerak, yaitu sensor *flex* dan potensiometer (*joystick*).

a) Sensor *Flex*



Gambar 3.3. Skema Sensor Flex

Sensor *flex* dipasang pada sarung tangan pengendali, dengan setiap jari masing-masing menggunakan satu sensor. Dua kaki sensor dipasang rangkaian pembagi tegangan sebagai *output* dari sensor tersebut dan kemudian akan menjadi *input* mikrokontroler 1 pada pin A, dengan rincian :

Tabel 3.1. Sensor Flex

Nomor Sensor	Letak Sensor	Pin Mikrokontroler
Sensor 1	Ibu Jari	PinA0
Sensor 2	Jari Telunjuk	PinA1
Sensor 3	Jari Tengah	PinA2
Sensor 4	Jari Manis	PinA3
Sensor 5	Jari Kelingking	PinA4

Pengukuran resistansi pada sensor *flex* yang telah terpasang pada sarung tangan dilakukan pada 2 keadaan, yaitu pada saat telapak sarung tangan membuka dan pada saat telapak sarung tangan mengepal. Keadaan mengepal dibatasi dengan menggenggam sebuah benda yang telah ditentukan agar menjadi batas acuan yang tetap. Pada tabel berikut ini diketahui *output* resistansi setiap sensor, yaitu :

Tabel 3.2. Resistansi Output Sensor Flex

	Resistansi	
	Telapak Membuka	Telapak Mengepal
Sensor Ibu Jari	14,39 KΩ	20,63 KΩ
Sensor Jari Telunjuk	14,18 KΩ	24,15 KΩ
Sensor Jari Tengah	15,89 KΩ	27,43 KΩ
Sensor Jari Manis	12,91 KΩ	22,85 KΩ
Sensor Jari Kelingking	12,36 KΩ	20,07 KΩ

Setelah diberikan tegangan pada sensor *flex* melalui rangkaian pembagi tegangan, maka didapatkan data V_{out} sebagai berikut:

Tabel 3.3. V_{out} Sensor Flex

	V_{out}		Selisih V_{out}
	Telapak Membuka	Telapak Mengepal	
Sensor Ibu Jari	2,699 V	2,281 V	0,418 V
Sensor Jari Telunjuk	2,688 V	2,105 V	0,583 V
Sensor Jari Tengah	2,575 V	1,943 V	0,632 V
Sensor Jari Manis	2,771 V	2,126 V	0,645 V
Sensor Jari Kelingking	2,835 V	2,337 V	0,498 V

Data tabel V_{out} sensor *flex* di atas dikonversi menjadi nilai ADC pada mikrokontroler. Data hasil konversi adalah sebagai berikut :

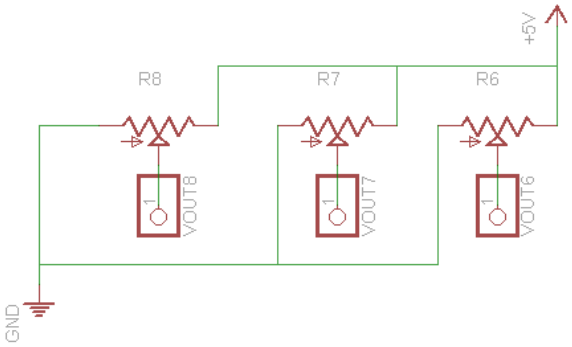
Tabel 3.4. Nilai ADC Hasil Konversi (Telapak Membuka)

	Telapak Membuka	Nilai ADC
Sensor Ibu Jari	2,699 V	632-636
Sensor Jari Telunjuk	2,688 V	622-625
Sensor Jari Tengah	2,575 V	619-622
Sensor Jari Manis	2,771 V	640-643
Sensor Jari Kelingking	2,835 V	655-659

Tabel 3.5. Nilai ADC Hasil Konversi (Telapak Mengepal)

	Telapak Mengepal	Nilai ADC
Sensor Ibu Jari	2,281 V	498-502
Sensor Jari Telunjuk	2,105 V	445-449
Sensor Jari Tengah	1,943 V	419-422
Sensor Jari Manis	2,126 V	452-456
Sensor Jari Kelingking	2,337 V	543-547

b) Potensiometer Fleksibel (*Joystick*)



Gambar 3.4. Skema Potensiometer

Kontrol gerak pada persendian robot tangan ini menggunakan *joystick* potensiometer. Potensiometer mengendalikan gerak motor servo persendian 1, motor servo persendian 2, dan motor DC persendian3. Potensiometer ini memiliki 3 pin kaki, yaitu pin1 tegangan positif, pin2 tegangan *output* dan pin3 tegangan negatif. Pin1 dan pin3 masing-masing mendapatkan sumber tegangan positif dan *ground* dari tagangan sumber yang diambil dari mikrokontroler, sedangkan pin2 (*output* potensiometer) menjadi *input* mikrokontroler1 sebagai kontrol masing-masing persendian. Satu persendian dikendalikan oleh satu potensiometer.

Output potensiometer berupa tegangan yang diatur oleh resistansi, apabila resistansi maksimal maka *output* mendekati 0 volt dan sebaliknya resistansi minimum maka *output* mendekati tegangan *input*. Rentang tegangan ini menjadi *input* pin ADC pada mikrokontroler. Selanjutnya, pin ADC mikrokontroler akan mengkonversi besaran tegang *input* menjadi besaran nilai

desimal dalam program *bascom* AVR. Selanjutnya nilai desimal ini dimasukkan kedalam perhitungan matematis untuk menghasilkan *pulseout* yang akan menggerakkan motor servo dan motor DC. Pada tabel berikut ini diketahui *output* resistansi setiap potensiometer yang digunakan, yaitu :

Tabel 3.6. Resistansi Output Potensiometer

	Resistansi		
	Potensiometer1	Potensiometer2	Potensiometer3
Resistansi Min	57,1 Ω	108,1 Ω	147,8 Ω
Resistansi Tengah	4,56 KΩ	5,34 KΩ	4,91 KΩ
Resistansi Max	8,56 KΩ	8,92 KΩ	8,94 KΩ

Setelah diberikan tegangan pada tiap potensiometer, maka didapatkan data V_{out} sebagai berikut:

Tabel 3.7. V_{out} Potensiometer

	Tegangan		
	Potensiometer1	Potensiometer2	Potensiometer3
Resistansi Min	4,43 V	4,43 V	4,43 V
Resistansi Tengah	2,270 V	2,181 V	2,191 V
Resistansi Max	1,7 mV	1,6 mV	1,5 mV

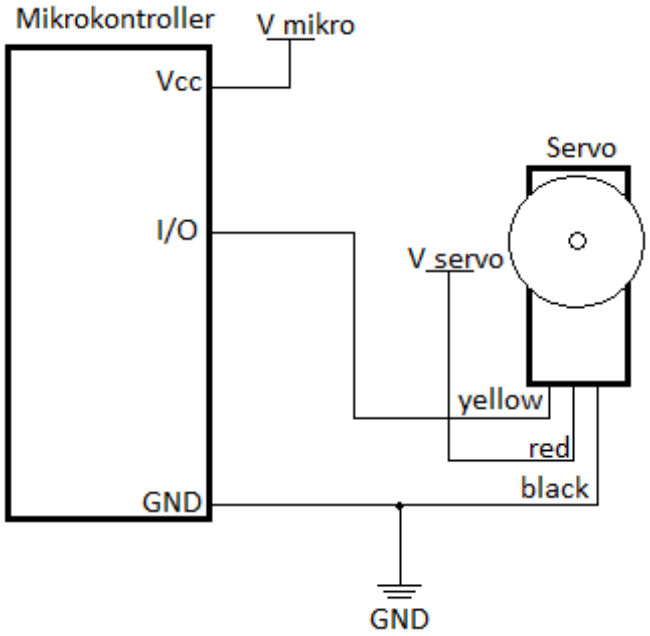
Data tabel V_{out} potensiometer di atas dikonversi menjadi nilai ADC pada mikrokontroler. Data hasil konversi ADC mikrokontroler adalah sebagai berikut :

Tabel 3.8. Nilai ADC Hasil Konversi Potensiometer

		Tegangan	Nilai ADC
Potensiometer 1	Resistansi Min	4,43 V	1023
	Resistansi Tengah	2,270 V	524
	Resistansi Max	1,7 mV	0
Potensiometer 2	Resistansi Min	4,43 V	1023
	Resistansi Tengah	2,181 V	503
	Resistansi Max	1,6 mV	0
Potensiometer 3	Resistansi Min	4,43 V	1023
	Resistansi Tengah	2,191 V	506
	Resistansi Max	1,5 mV	0

3.2.3 Aktuator

a) Motor Servo



Gambar 3.5. Skema Motor Servo

Perancangan robot tangan ini menggunakan 7 buah motor servo, yaitu 6 buah motor servo tipe HS-85MG^{+} dan 1 buah motor servo tipe HS-5585MH^{+}. Masing-masing motor servo memiliki tugas yang berbeda. Rincian tipe motor servo dan fungsinya pada robot tangan ini dapat dilihat pada Tabel di bawah:

Tabel 3.9. Motor Servo

No	Tipe Motor Servo	Fungsi pada alat	Besaran Torsi
1.	HS-85MG^{+}	Penggerak ibu jari	3 – 3,5 kg/cm
2.	HS-85MG^{+}	Penggerak Jari Telunjuk	3 – 3,5 kg/cm
3.	HS-85MG^{+}	Penggerak Jari Tengh	3 – 3,5 kg/cm
4.	HS-85MG^{+}	Penggerak Jari Manis	3 – 3,5 kg/cm
5.	HS-85MG^{+}	Penggerak Jari Kelingking	3 – 3,5 kg/cm
6.	HS-85MG^{+}	Penggerak Persendian1	3 – 3,5 kg/cm
7.	HS-5585MH^{+}	Penggerak Persendian2	14 – 17 kg/cm

Putaran sudut motor servo ditentukan oleh nilai *pulse out* yang diberikan dari mikrokontroler. Tabel nilai *pulse out* dengan sudut motor servo adalah sebagai berikut:

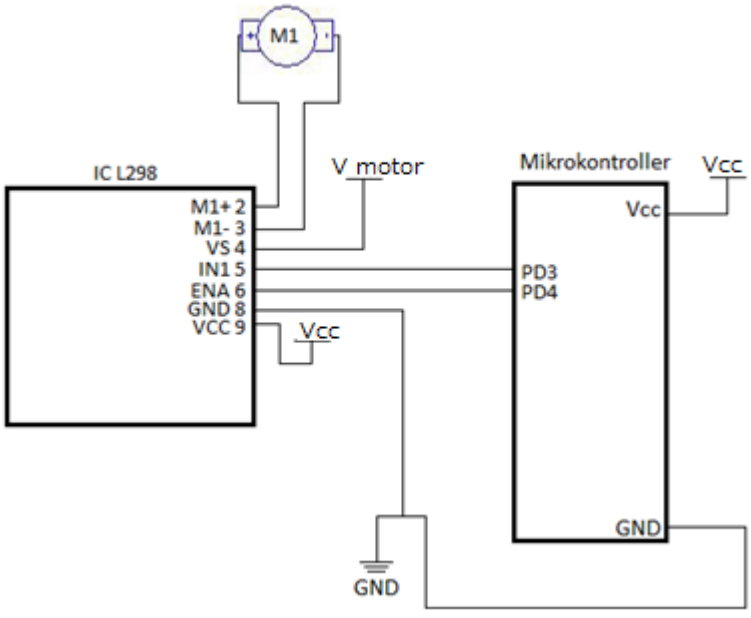
Tabel 3.10. Nilai Pulse Out Motor Servo Persendian1

No.	Nilai yang dikirim	Target Sudut
1	61-62	15^{0}
2	70	30^{0}
3	78-79	45^{0}
4	87	60^{0}
5	95-96	75^{0}
6	104	90^{0}
7	112-113	105^{0}
8	121	120^{0}
9	129-130	135^{0}
10	138	150^{0}
11	146-147	165^{0}
12	155	180^{0}

Tabel 3.11. Nilai Pulse Out Motor Servo Persensian2

No.	Nilai yang dikirim	Target Sudut
1	1750	15^0
2	2000	30^0
3	2250	45^0
4	2500	60^0
5	2750	75^0
6	3000	90^0
7	3250	105^0
8	3500	120^0
9	3750	135^0
10	4000	150^0
11	4250	165^0
12	4500	180^0

b) Motor DC



Gambar 3.6. Skema Motor DC

Motor DC ini digunakan pada persendian3, yaitu terletak pada bagian dasar sebagai penggerak sekaligus penopang keseluruhan alat. Fungsi utama motor DC ini adalah sebagai pengerak pada bagian dasar dengan arah gerakan

sejajar sumbu vekrtikal. Rentang gerak yang dihasilkan yaitu sebesar 180^0. Pada posisi akhir gerak motor DC dipasang selektor untuk menghentikan putaran motor DC. Tabel 3 kondisi motor DC adalah sebagai berikut:

Tabel 3.12. Kondisi Gerak Persendian3

No.	Nilai ADC	Gerak Motor DC
1	0-489	*CCW*
2	490-540	*Stop*
3	541-1023	*CW*

3.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler jenis AVR yaitu ATMega16. Mikrokontroler ini mempunyai 32 *port* yang bisa dijadikan *input* atau *output*. Pemilihan mikrokontroler ini dikarenakan memiliki 8 pin kanal ADC, yang dibutuhkan untuk mengkonversi tegangan *input* sensor *flex* dan potensiometer.

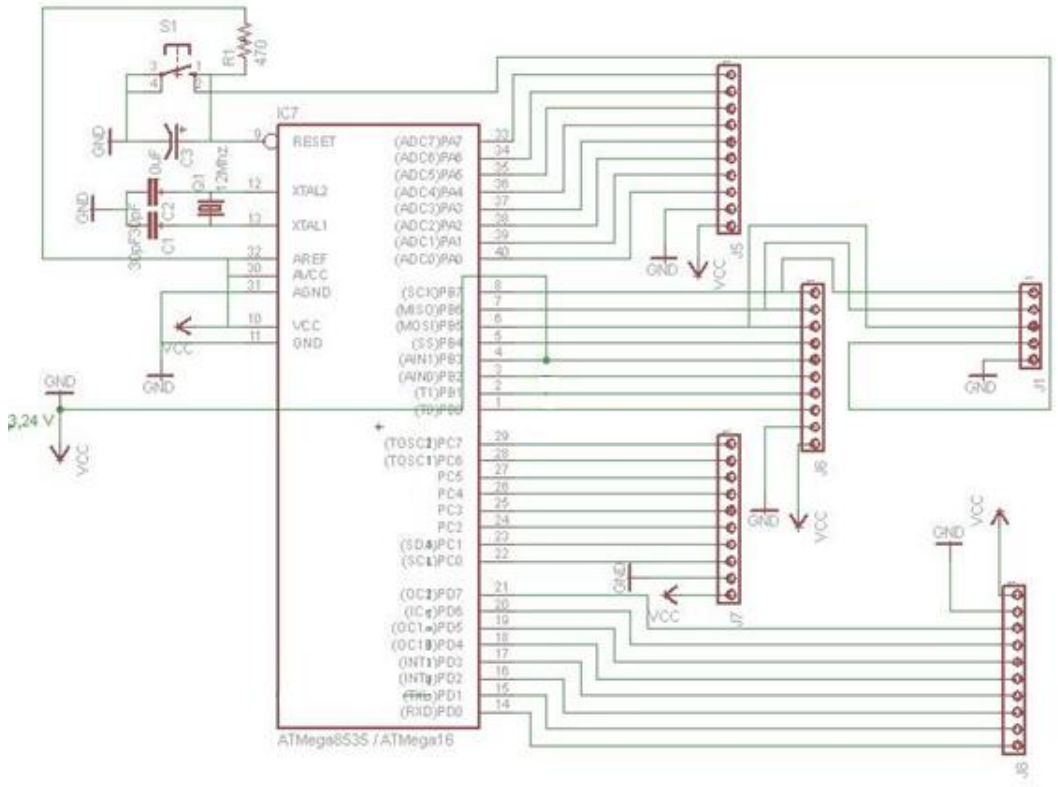
Pada alat ini menggunakan 2 buah mikrokontroler ATmega16. Mikrokontroler 1 berfungsi sebagai penerima sinyal analog dari sensor *flex* dan potensiometer. Sinyal analog tersebut dikonversi menjadi nilai desimal pada kanal ADC mikrokontroler 1 yang selanjutnya akan diolah dalam perhitungan matematis untuk menghasilkan *pulseout*. Setelah nilai *pulseout* didapat, maka mikrokontroler 1 akan mengirimkan *pulseout* tersebut menuju mikrokontroler 2 melalui media nirkabel serial. Berikut konfigurasi pin mikrokontroler 1 dan mikrokontroler 2 yang digunakan:

Tabel 3.13. Mikrokontroler 1

No	Pin ATmega16	Fungsi	Keterangan
1.	PA0	*Input*	Data [sensor *flex*]
2.	PA1	*Input*	Data [sensor *flex*]
3.	PA2	*Input*	Data [sensor *flex*]
4.	PA3	*Input*	Data [sensor *flex*]
5.	PA4	*Input*	Data [sensor *flex*]
6.	PA5	*Input*	Data [potensiometer]
7.	PA6	*Input*	Data [potensiometer]
8.	PA7	*Input*	Data [potensiometer]
9.	PD0	*Receiver*	Serial penerima
10.	PD1	*Transmitter*	Serial pengirim

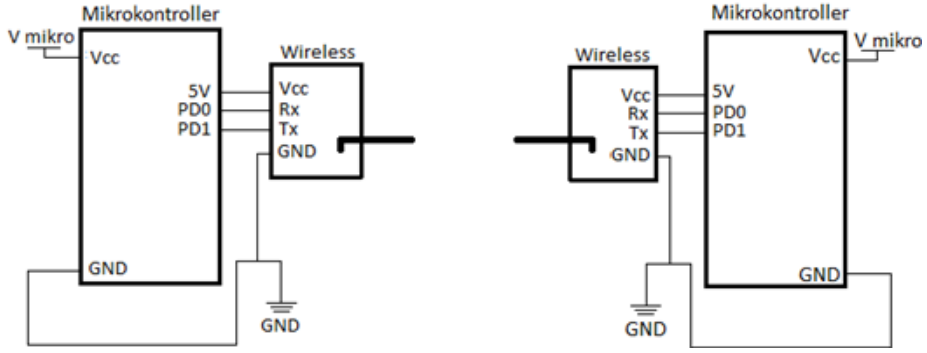
Tabel 3.14. Mikrokontroler 2

No	Pin ATmega16	Fungsi	Keterangan
1.	PB1	*Output*	Data [persendian2]
2.	PC0	*Output*	Data [servo jari]
3.	PC1	*Output*	Data [servo jari]
4.	PC2	*Output*	Data [servo jari]
5.	PC3	*Output*	Data [servo jari]
6.	PC4	*Output*	Data [servo jari]
7.	PC5	*Output*	Data [persendian1]
8.	PD0	*Receiver*	Serial penerima
9.	PD1	*Transmitter*	Serial pengirim
10.	PD3	*Output*	Data [motor DC]
11.	PD4	*Output*	Data [motor DC]



Gambar 3.7. Skematik Sistem Minumum Mikrokontroler

3.2.5 Media Wireless

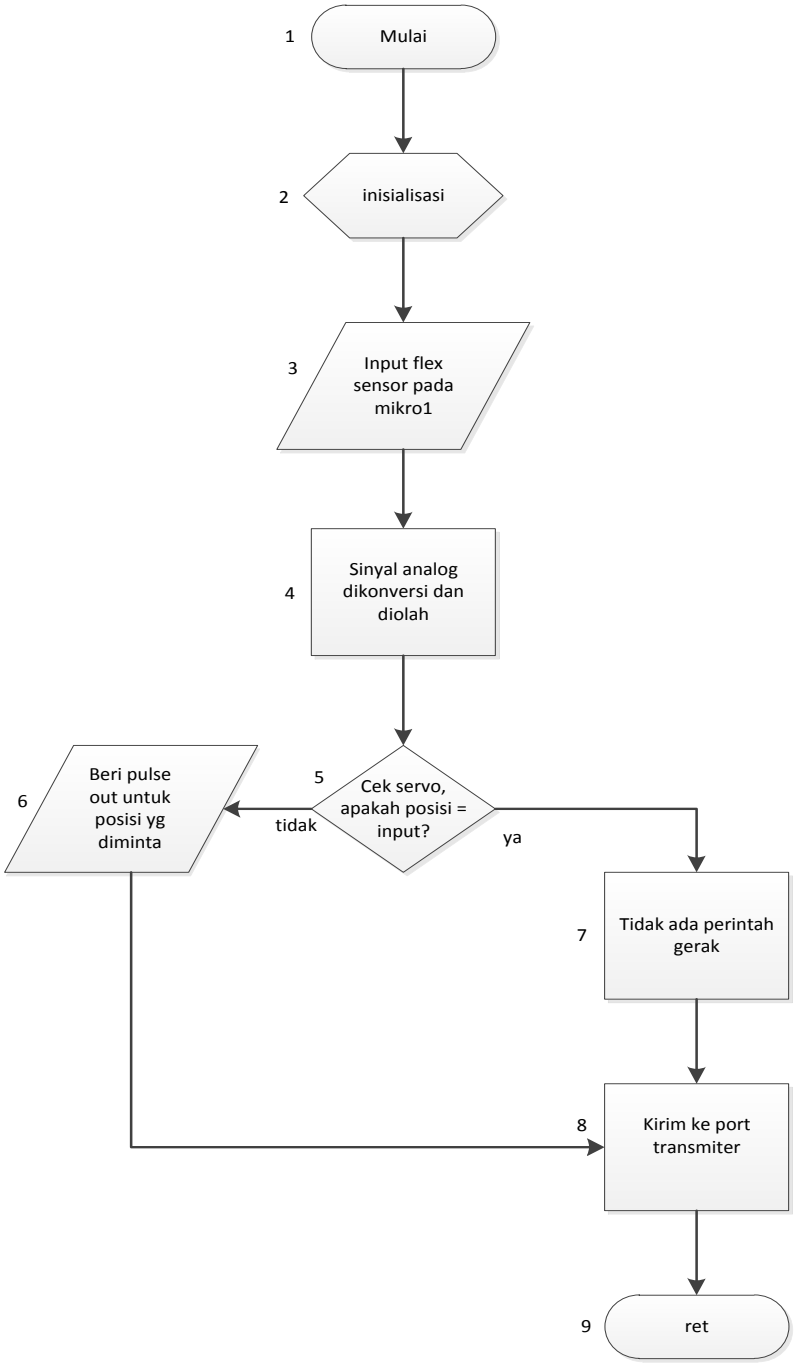


Gambar 3.8. Skema Modul Wireless

Pengiriman data serial antara mikrokontroler 1 dengan mikrokontroler 2 dilakukan dengan media *wireless* atau *nirkabel*. Modul *wireless* yang digunakan adalah tipe Xbee pro S2. Konfigurasi pin modul *wireless* dengan mikrokontroler yaitu pin Tx pada modul *wireless* dihubungkan pada PD1 mikrokontroler, dan pin Rx pada modul *wireless* dihubungkan pada PD0 mikrokontroler. Sumber tegangan modul *wireless* didapat dari sistem minimum mikrokontroler.

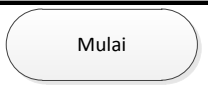
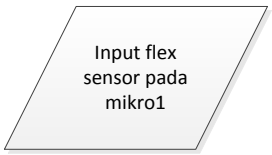
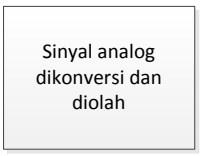
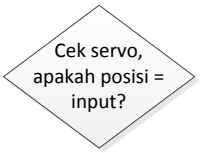
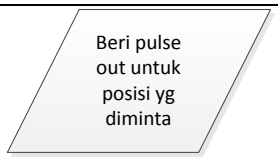
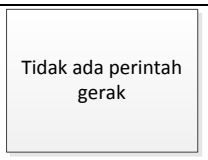
3.3 Perancangan Program

3.3.1 Algoritma Pemrograman Mikrokontroler 1

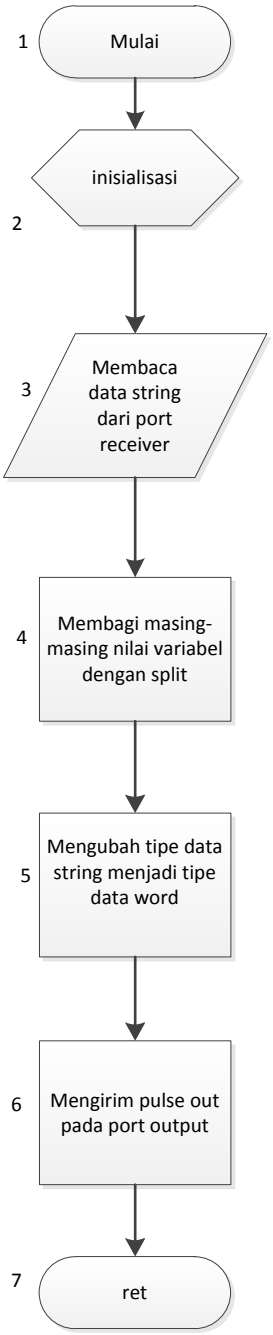


Gambar 3.9. Diagram alir program pada mikrokontroler1

Tabel 3.15. Keterangan diagram alir program pada mikrokontroler1

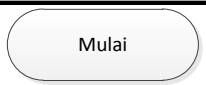
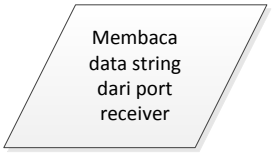
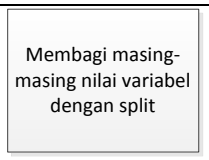
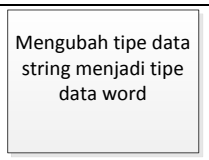
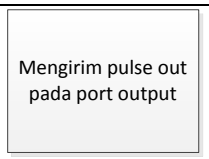
No	Simbol	Keterangan
1		Memulai program
2		Inisialisasi dan deklarasi untuk program config servo dan config adc
3		Mikrokontroler 1 akan membaca *input* sinyal analog dari sensor *flex* dan potensiometer
4		Sinyal analog dikonversi menjadi nilai satuan desimal kemudian diolah dengan perhitungan matematis sehingga dapat memberikan *pulseout* kepada motor servo jari, persendian serta menggerakkan motor DC
5		Apakah posisi motor servo sesuai dengan *input* dari sensor *flex* dan potensiometer, jika ya maka motor servo tidak bergerak, jika tidak maka motor servo akan bergerak sesuai dengan *input* dari sensor *flex* dan potensiometer
6		Memberikan *pulseout* untuk motor servo sesuai dengan *input* dari sensor *flex* dan potensiometer
7		Motor servo tidak akan bergerak karena sudah sesuai dengan *input* dari sensor *flex* dan potensiometer
8		Mengirimkan data *pulseout* pada mikrokontroler 1 ke mikrokontroler 2 melalui media wireless
9		Kembali pada program utama

3.3.2 Algoritma Pemrograman Mikrokontroler 2



Gambar 3.10. Diagram alir program pada mikrokontroler2

Tabel 3.16. Keterangan diagram alir program pada mikrokontroler2

No	Simbol	Keterangan
1		Memulai program
2		Inisialisasi dan deklarasi untuk program config servo dan config *output port*
3		Mikrokontroler 2 membaca data string (karena mikrokontroler 1 mengirim data dengan cara print, sehingga dimikrokontroler 2 yang terbaca adalah string) yang dikirim mikrokontroler 1 berupa *pulseout* untuk menggerakkan motor servo dan motor DC
4		Data yang dibaca mikrokontroler 2 dibagi pada masing-masing variabel untuk menggerakkan motor servo dan motor DC sesuai dengan *input* kendali dari sensor *flex* dan potensiometer
5		Tipe data diubah kedalam word untuk menjadi *output* berupa nilai *pulseout* sebagai penggerak motor servo dan motor DC
6		Nilai *pulseout* kirim melalui *portC* untuk setiap motor servo
7		Kembali pada program utama