

PERANCANGAN SISTEM MEKANIK ROBOT DUA KAKI

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Sukerman Endik

No. Mahasiswa : 07525001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

ABSTRAK

Untuk dapat berpindah tempat robot memerlukan sistem penggerak. Jenis penggerak terdiri dari roda, rantai dan kaki. Dalam perancangannya robot dua kaki jauh lebih sulit dibandingkan robot beroda ataupun berantai karena mekanisme gerak yang lebih rumit. Laporan ini menjelaskan mengenai perancangan sistem mekanik robot dua kaki, saat membuat sketsa , jenis material yang akan digunakan, membuat desain dengan menggunakan software AutoCAD. Dalam pembuatan konstruksi mekanik robot dua kaki, material yang digunakan adalah PCB lapis satu dan PCB lapis dua. Material PCB dipotong dengan menggunakan mesin CNC, sehingga terbentuk part. Kemudian part tersebut disolder dan menghasilkan konstruksi mekanik robot dua kaki. Pengembangan yang lebih lanjut guna kesempurnaan mekanik robot sangat diharapkan agar robot dapat berfungsi sesuai dengan harapan. Dari perancangan sistem mekanik robot dua kaki ini menghasilkan konstruksi mekanik robot dua kaki.

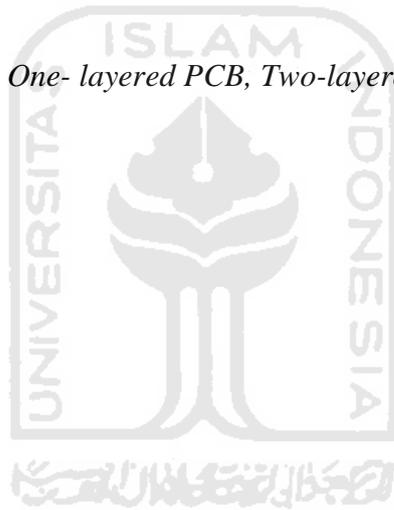
Kata kunci : *Robot dua kaki, PCB lapis satu, PCB lapis dua.*



ABSTRACT

In order to move, robot needs a movement-system. Are 2 kind of movement system's, wheeled-system and chained-system. In it's design, biped robot is for more difficult than wheeled or chained system due to its complicated's mechanism movement system. This report describe about the designation of mechanic's system on biped robot, making a sketch, material's used, and its design were using software AutoCAD. In constructing a mechanics of biped robot, using material "PCB" as its main material, the are Single-layer PCB and double-layer PCB. The material is cut using CNC machine, formed a robot's part. The parts then combined, become a mechanic's construction of biped robot. Advanced research were needed in making a more perfect mechanic's robot to function as expected. From this design of biped robot's mechanic system resulting a mechanics construction of biped robot.

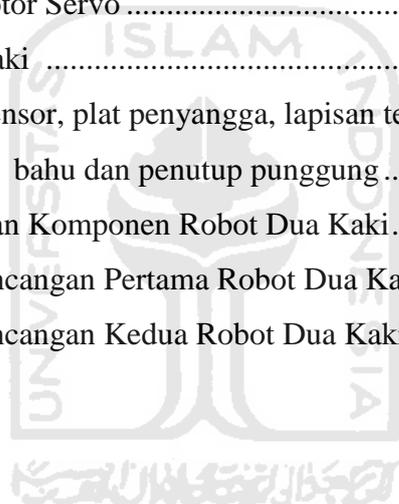
Keyword: *Two legs robot, One-layered PCB, Two-layered PCB.*



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Fungsi Robot dan Orientasi Fungsi	5
Gambar 2-2	Penggunaan Treansmisi <i>Gear</i> Hubungan Langsung	6
Gambar 2-3	Penggunaan Treansmisi <i>Gear</i> Hubungan <i>Ohmic</i>	7
Gambar 2-4	<i>Gear – Belt</i>	8
Gambar 2-5	Sistem Kaki	9
Gambar 2-6	Sistem Tangan	9
Gambar 2-7	Motor Servo.....	10
Gambar 2-8	Hubungan Lebar Pulsa dengan Putaran Arah Motor Servo	11
Gambar 2-9	Susunan Pin Motor Servo.....	12
Gambar 2-10	Sendi Putar (<i>Revolution Joint</i>).....	13
Gambar 2-11	Sendi Geser (<i>Prismatic Joint</i>)	13
Gambar 2-12	PCB Lapis Satu (<i>single layer</i>).....	14
Gambar 3-1	Robot Dua Kaki.....	16
Gambar 3-2	<i>Flowchart</i>	17
Gambar 3-3	Sketsa Mekanik Robot Dua Kaki	18
Gambar 3-4	Konstruksi Robot dan Arah Gerak Tiap Motor Servo.....	21
Gambar 3-5	<i>Part</i>	22
Gambar 3-6	Rumah Motor Servo	22
Gambar 3-7	Batang Hubung Paha	23
Gambar 3-8	Batang Hubung Lutut	23
Gambar 3-9	Batang Hubung Engkel.....	24
Gambar 3-10	Telapak Kaki	24
Gambar 3-11	Tangan Kiri.....	25
Gambar 3-12	Telapak Kaki Dengan Batang Hubung Engkel	26
Gambar 3-13	Engkel Dengan Batang Hubung Lutut	26
Gambar 3-14	Lutut Dengan Batang Hubung Paha	27
Gambar 3-15	Batang Hubung Paha Dengan Aktuator Paha.....	27
Gambar 3-16	Aktuator Paha Dengan Dengan Aktuator Pinggul.....	28
Gambar 3-17	Kaki Kanan.....	28
Gambar 3-18	Desain Robot Dua Kaki Secara Utuh	30

Gambar 4-1	Hasil Sistem Perancangan Robot Dua Kaki	31
Gambar 4-2	Hasil Perancangan Pertama <i>Part</i>	32
Gambar 4-3	Batang Hubung	32
Gambar 4-4	Rumah Motor Servo	33
Gambar 4-5	Telapak Kaki	33
Gambar 4-6	Hasil Perancangan Pertama Robot Dua Kaki	34
Gambar 4-7	<i>Part</i>	35
Gambar 4-8	Batang Hubung Lutut	35
Gambar 4-9	Batang Hubung Paha	36
Gambar 4-10	Rumah Motor Servo	36
Gambar 4-11	Telapak Kaki	36
Gambar 4-12	dudukan sensor, plat penyangga, lapisan telapak kaki, penggunci bahu dan penutup punggung	37
Gambar 4-13	Penambahan Komponen Robot Dua Kaki	38
Gambar 4-14	Hasil Perancangan Pertama Robot Dua Kaki	40
Gambar 4-15	Hasil Perancangan Kedua Robot Dua Kaki	41



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan	2
1.5 Manfaat Perancangan	2
1.6 Sistematika Penulisan	2
Bab II Tinjauan Pustaka	4
2.1 Robot	4
2.2 Anatomi Robot	5
2.3 Mekanik Robot	6
2.4 Sistem Gerak atau <i>Locomotion System</i>	8
2.4.1 Sistem Kaki	8
2.4.2 Sistem Tangan	9
2.4.3 Sistem Roda	10
2.5 Aktuator	10
2.5.1 Motor Servo	10
2.5.2 Motor Listrik	12
2.5.3 Motor DC	12
2.6 Sendi	13
2.7 <i>Printed Circuit Boards (PCB)</i>	14

2.8	AutoCAD 2008.....	15
Bab III Metodologi Penelitian		16
3.1	Tempat dan Waktu Perancangan	16
3.2	Diagram Alir Proses Perancangan Sistem Mekanik.....	17
3.3	Peralatan dan Bahan	18
3.4	Perancangan Robot.....	18
3.5	Mekanik.....	18
Bab IV Hasil dan Pembahasan		29
4.1	Hasil Perancangan	30
4.1.1	Perancangan Pertama.....	30
4.1.2	Perancangan Kedua	33
4.2	Beban	37
4.3	Pembahasan	37
Bab V Penutup.....		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Penelitian Lanjutan.....	40
Daftar Pustaka		
LAMPIRAN		



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillah rabbi'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, kesempatan, dan kemudahan dalam menjalankan amanah sehingga tugas akhir yang berjudul **“PERANCANGAN SISTEM MEKANIK ROBOT DUA KAKI”** ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, inspirasi akhlak dan pribadi mulia.

Tugas akhir ini merupakan syarat untuk mencapai jenjang Strata Satu (S1), pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Masih terdapat banyak keterbatasan dalam perancangan dan penulisan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mohon maaf dan berharap akan ada pengembangan perancangan yang lebih baik dengan rekomendasi penelitian yang dikemukakan pada bagian akhir dari tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan terima kasih tidak terhingga kepada pihak-pihak yang memberikan dukungan material dan spiritual sehingga tugas akhir ini dapat terwujud, yaitu kepada:

1. Bapak Agung Nugroho Adi, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Tri Setya Putra, ST., selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Daryo dan Ibu Bekti selaku orang tua saya.
4. Joko Sriyanto dan Amrullah Mahardhika atas kerja samanya selama ini.
5. Semua rekan-rekan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Khususnya angkatan 2007, serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh apa yang diharapkan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca sehingga dapat berguna untuk perbaikan laporan ini dikemudian hari.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 28 November 2011

Penyusun



Sukerman Endik

MOTTO

“kita tidak diciptakan untuk menjadi kalah kita diciptakan untuk menjadi pemenang”.

“Jangan pernah melarikan diri, jangan pernah letih dan jangan pernah putus asa”.

”Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”.

(QS. Ar Ra’du: 11)

"Seseorang yang tidak pernah membuat kesalahan sebenarnya tak pernah mencoba sesuatu yang baru."

(Einstein)



PERSEMBAHAN

Aku persembahkan untuk orang-orang yang mencintaiku dan mendukung semua apa yang aku lakukan

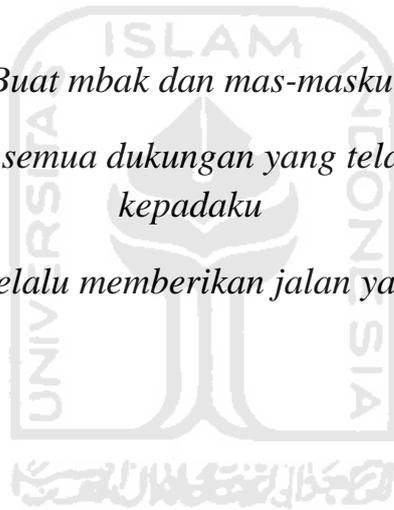
Untuk kedua orang tuaku

Terimakasih atas doa, dukungan, kepercayaan dan semua yang telah engkau berikan kepadaku. Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan hidayahnya untukmu.

Buat mbak dan mas-masku

Terimakasih atas semua dukungan yang telah kalian berikan kepadaku

Semoga Allah SWT selalu memberikan jalan yang terbaik buat kita.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan robotika saat ini berkembang sangat pesat. Robotika tidak hanya di pakai di pabrik-pabrik atau di laboratorium tetapi sekarang sudah mulai dijual secara umum dengan kecerdasan yang dimilikinya. Untuk keperluan itu robot digunakan sebagai alat peraga karena robot dapat diprogram dengan bahasa pemrograman

Robot berkaki pada dasarnya meniru sistem penggerak yang terdapat di alam. Ada robot dengan dua kaki, tiga kaki, ataupun lebih seperti pada hewan. Kelebihan robot berkaki dibandingkan dengan robot beroda adalah kemampuan untuk dapat melewati lintasan yang tidak kontinyu, misalnya anak tangga. Kelebihan lain adalah adanya pemisahan lintasan antara robot dengan permukaan yang dilewati, karena kaki dapat sekaligus berfungsi sebagai penyerap getaran. Meski demikian dalam perancangannya robot berkaki jauh lebih sulit dibandingkan robot beroda ataupun berantai karena mekanisme gerakan yang lebih rumit.

Berdasarkan latar belakang diatas perlu dilakukan proses penelitian dengan fokus pada perancangan mekanik robot dua.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diambil rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat desain robot dua kaki.
2. Bagaimana membuat mekanik robot dua kaki dengan menggunakan material yang mudah didapat dan mudah untuk dibentuk.

1.3 Batasan Masalah

Supaya tidak menyimpang dan lebih terarah dari objek pembahasan maka diperlukan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem mekanik robot dua kaki.
2. Aktuator yang digunakan dalam perancangan ini adalah motor servo standar yang dapat bergerak 180 derajat.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan ini adalah membuat desain dan mekanik robot dua kaki.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat perancangan ini adalah memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi robot dua kaki yang mungkin saja akan sangat berguna bagi perkembangan industri robot pada masa yang akan datang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari masing-masing bab yaitu Bagian pendahuluan berisikan halaman judul, lembar pengesahan dosen pembimbing, lembar pengesahan dosen penguji, halaman motto, kata pengantar, abstraksi, daftar isi dan juga daftar gambar.

Bab I Pendahuluan berisikan tentang latar belakang masalah yang akan dirancang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari tugas akhir dan sistematika penulisan laporan tugas akhir ini.

Bab II Landasan teori berisikan teori-teori yang melandasi penyusunan tugas akhir ini. Teori-teori ini berisikan penjelasan-penjelasan tentang proses perancangan, penentuan bahan dan alat, dan mekanik robot yang digunakan.

Bab III Perancangan berisikan penjelasan tentang proses perancangan robot mulai dari rancangan sketsa robot, penentuan material dan alat yang digunakan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan menjelaskan tentang apa saja menjadi kendala ketika perancangan dan pemberian solusi dari kendala yang ada. Penjabaran secara ringkas atas perancangan robot juga di bahas dalam bab ini.

Bab V Penutup berisikan kesimpulan mengenai semua uraian yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya dan juga dilengkapi dengan apa saja yang bisa dilakukan untuk penelitian berikutnya agar robot yang dibuat dapat bermanfaat bagi semuanya. Bagian akhir ini memuat daftar pustaka, yaitu sumber acuan yang digunakan dalam pelaksanaan dan pembuatan laporan tugas akhir dan lampiran yang memuat gambar rangkaian perancangan sistem.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot

Kata robot berasal dari bahasa *Czech*, *robota* yang berarti pekerja. Kata robot diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh *Wright Karel Capek*. Selanjutnya Jacques de Vaucanson yang membuat bebek mekanik pada 1738 yang mampu mengunyah dan memakan biji-bijian. Hisashine Tanaga pria berkebangsaan Jepang pada 1796 tak mau kalah, dengan yang lain, dia membuat sejenis mainan tetapi mainan itu dapat membuat minuman tea pada 1926 Nikola Tesla menyusul dengan membuat perahu robot yang dapat dikontrol dengan radio. Gakutensoku robot pertama yang dibangun di Jepang, telah dibuat di Osaka pada tahun 1929. Robot ini dirancang dan diproduksi oleh ahli biologi Makoto Nishimura. Robot ini dapat mengubah ekspresi wajah dan menggerakkan kepala dan tangan melalui mekanisme tekanan udara. Namun robot ini hilang saat dipamerkan di Jerman pada 1939.

Penelitian dan pengembangan pertama yang berbuah produk robotik dapat dilacak mulai dari tahun 1940-an ketika Argonne National Laboratories di Oak Ridge, Amerika, Memperkenalkan sebuah robotik yang dinamai master slave manipulator. Robot ini digunakan untuk menangani material radioaktif. Kemudian produk robot komersial pertama diperkenalkan oleh Unimation Incorporated, Amerika, pada tahun 1950 an.

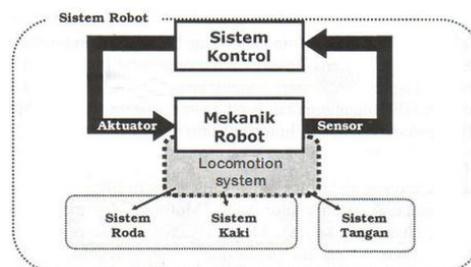
Baru setelah dunia mulai menapak ke jaman industri pada pertengahan tahun 60 an kebutuhan akan otomasi makin menjadi jadi. Pada saat itulah robotika diterima sebagai disiplin ilmu baru yang mendampingi ilmu-ilmu dasar dan teknik yang telah mapan sebelumnya. Karena kaitannya dengan dunia industri maka muncul istilah *industrial robot* dan robot manipulator yang sudah tak asing bagi dunia industri sekarang ini. Definisi robot industri adalah suatu robot tangan yang diciptakan untuk berbagai keperluan untuk meningkatkan produksi, memiliki lengan-lengan kaku yang berhubungan secara seri dan sendi yang dapat berputar, memanjang dan memendek (*translasi*). Satu sisi lengan yang disebut sebagai pangkal ditanam pada

bidang atau meja yang statis (tidak bergerak), sedangkan sisi yang lain disebut sebagai ujung (*end of effector*) dapat dimuati dengan tool yang disebut dengan tugas robot. Manipulator ini memiliki dua bagian, yaitu tangan atau lengan (*arm*) dan pergelangan (*wrist*). Pada pergelangan ini dapat dipasangkan berbagai tool.

Dewasa ini mungkin definisi robot industri sudah tidak sesuai lagi karena *teknologi mobile robot* juga sudah dipakai meluas sejak awal 80-an. Seiring itu pula kemudian muncul istilah *robot humanoid* (konstruksi mirip manusia), *animaloid* (mirip binatang), dan sebagainya. Bahkan kini dalam industri spesifik seperti industri perfilman, industri angkasa luar dan industri pertahanan atau manipulator bisa jadi hanya menjadi bagian saja dari sistem robot secara keseluruhan (Pitowarno, 2006).

2.2 Anatomi Robot

Semakin berkembangnya teknologi robot, teknik dalam desain pun perlu dibahas. Namun sebenarnya desain yang berorientasi fungsi adalah hal yang memiliki daya tarik tersendiri dan memiliki bobot untuk dibahas lebih lanjut. Fungsi disini lebih difokuskan pada teknik yang digunakan untuk menciptakan robot secara cepat, efisien, bermanfaat dan mudah dipahami dalam aplikasinya (Pitowarno, 2006). Dengan berkembangnya kemampuan, desain fungsi komersial dan fungsi lainnya dapat lebih mudah dideskripsikan. Gambar 2-1 berikut merupakan ilustrasi tentang sebuah sistem robot yang berhubungan dengan dunia nyata.



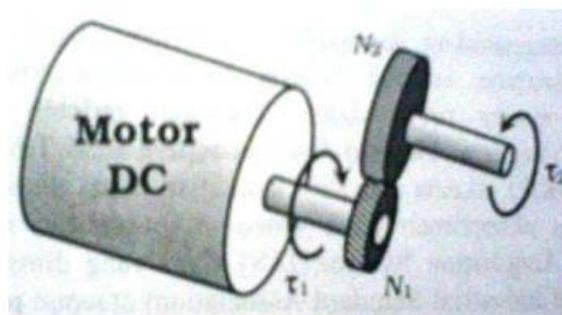
Gambar 2-1 Fungsi Robot dan Orientasi Fungsi

2.3 Mekanik Robot

Mekanik robot adalah sistem mekanik yang terdiri dari sebuah fungsi gerak. Jumlah fungsi gerak disebut dengan derajat kebebasan atau *Degree of Freedom (DOF)*. Sebuah sendi yang diwakili oleh sebuah gerak aktuator disebut sebagai satu derajat kebebasan.

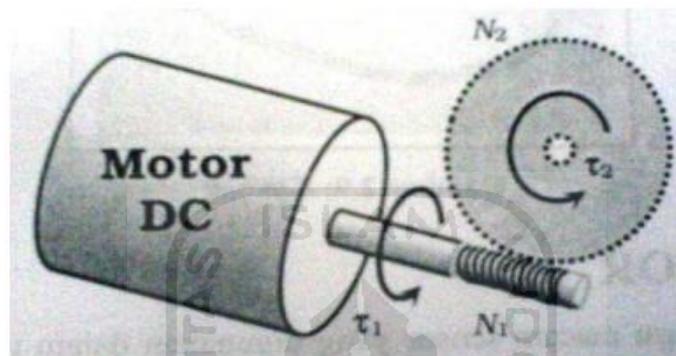
Struktur robot sebagian besar dibangun berdasarkan konstruksi mekanik. Robot yang memiliki kemampuan navigasi dan manipulasi secara relatif memiliki konstruksi mekanik yang lebih rumit dibandingkan dengan yang berkemampuan navigasi saja, seperti mobile robot tanpa tangan yang hanya memiliki roda penggerak. Namun demikian, robot berjalan (*walking robot*) seperti misalnya bi-ped (dua kaki) dapat memiliki konstruksi mekanik yang rumit dibandingkan dengan robot tangan planar (Pitowarno, 2006).

Hal mendasar yang perlu diperhatikan dalam desain mekanik robot adalah perhitungan kebutuhan torsi untuk menggerakkan sendi atau roda. Motor sebagai penggerak utama (*prime-mover*) yang paling sering dipakai umumnya akan bekerja optimal torsi dan kecepatan putar paling ideal pada putaran yang relatif tinggi yang hal ini tidak sesuai bila porosnya dihubungkan langsung dengan sendi gerak atau roda. Sebab kebanyakan gerakan yang diperlukan pada sisi anggota badan robot adalah relatif pelan namun bertenaga. Untuk itu diperlukan cara-cara transmisi daya motor atau aktuator secara umum secara tepat. Salah satu metoda yang umum adalah menggunakan sistem *gear*. Gambar 2-2 mengilustrasikan sebuah mekanisme peningkatan torsi motor menggunakan dua buah *gear*.



Gambar 2-2 Penggunaan Transmisi *Gear* Hubungan Langsung

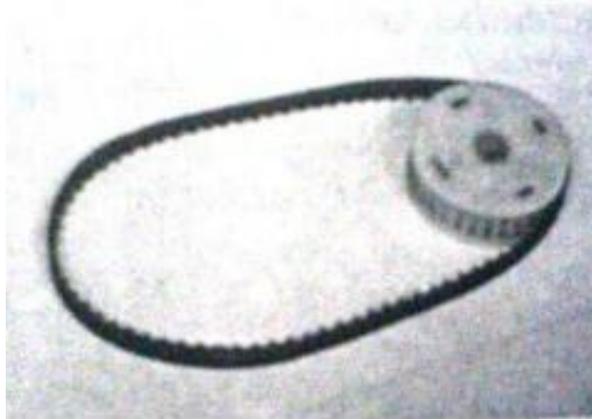
Arah putaran poros pada transmisi gear hubungan langsung seperti pada gambar adalah selalu berlawanan untuk setiap sambungan serial. Untuk mendapatkan arah putaran yang sama seperti pada poros motor maka *gear* harus disusun dengan jumlah yang ganjil. Untuk mendapatkan rasio *gear* yang besar dengan hanya menggunakan dua susunan *gear* dapat dicapai dengan menggunakan tipe *ohmic* atau *worm gear* seperti pada gambar berikut.



Gambar 2-3 Penggunaan Transmisi
Gear Hubungan Ohmic

Tipe *worm gear* seperti diatas memiliki ke unggulan dari segi efisiensi mekanik karena rasio *gear* yang di hasilkan dari perbandingan antara jumlah gigi *gear* pada poros motor dan poros output dapat dibuat relatif sangat besar dengan hanya sekali konversi.

Sistem transmisi tipe *gear - belt* merupakan salah satu tipe yang sering di gunakan pada robot. *Gear* terbuat dari material plastik komposit serta *belt* terbuat dari karet berserat nilon. Tipe ini memiliki keunggulan dari segi *back - lash* karena konstruksi *belt* yang ketat dapat menghilangkan jeda dalam pengemudian arah berlawanan. Selain itu daat menghindari pemakaian pelumas dalam sistem *gear* tanpa khawatir timbul friksi yang berlebihan. Hanya saja dimensi ruang penempatan *gear* relatif menjadi lebih besar dibanding dengan tipe – tipe lain.



Gambar 2-4 *Gear – Belt*

2.4 Sistem Gerak atau *Locomotion System*

Sistem gerak adalah sistem konstruksi robot yang digunakan robot untuk dapat memanipulasi posisi dari sebuah titik satu ke titik yang lain.

2.4.1 Sistem Kaki

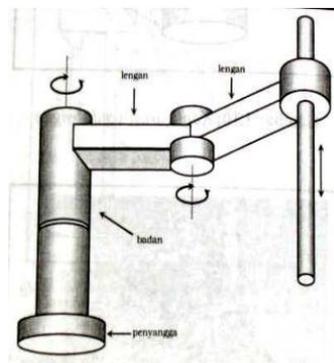
Pada dasarnya adalah sistem kaki adalah gerakan roda yang didesain sedemikian rupa hingga memiliki kemampuan gerak seperti makhluk hidup. Robot berjalan dengan sistem dua kaki atau biped robot memiliki struktur seperti kaki manusia setidaknya memiliki sendi-sendi gerak yang mewakili pergelangan kaki lutut dan pinggul. Dalam konfigurasi yang ideal pergerakan pada pinggul dapat terdiri dari multi DOF dengan kemampuan gerakan memutar seperti orang menari. Demikian pula halnya pergelangan kaki, idealnya adalah juga memiliki kemampuan gerakan polar. Untuk robot binatang atau *animaloid* seperti serangga, jumlah kaki dapat didesain lebih dari empat. Bahkan robot ular dapat memiliki DOF yang lebih dari 8 sesuai panjang dari robot yang didefinisikan (Pitowarno, 2006).



Gambar 2-5 Sistem Kaki

2.4.2 Sistem Tangan

Tangan adalah bagian atau anggota badan robot selain sistem roda dan kaki. Dalam konteks *mobile robot*, bagian tangan ini dikenal sebagai manipulator yaitu sistem gerak yang berfungsi untuk memanipulasi (memegang, mengambil, mengangkat, memindah atau mengolah) obyek. Sedangkan pada robot industri fungsi mengolah ini dapat berupa perputaran (memasang mur, baut, *drilling*, dan *milling*). Untuk robot tangan, desain sendi lengan diukur berdasarkan DOF. Lengan dapat dibuat kaku (*rigid*) ataupun fleksibel (*flexible manipulator*). Sistem tangan memiliki bagian khusus yang disebut sebagai *grripper* (pemegang). Untuk *grasper* yang didisain seperti jari tangan manusia, derajat kebebasannya dapat terdiri lebih dari 16 DOF (3 DOF untuk jari kelingking, jari manis, jari tengah, jari telunjuk, dan 4 DOF untuk jari jempol), tidak termasuk gerakan polar pada sendi pergelangan (Pitowarno, 2006).



Gambar 2-6 Sistem Tangan

2.4.3 Sistem Roda

Adalah sistem mekanik yang dapat menggerakkan robot untuk berpindah posisi. Dapat terdiri dari sedikitnya sebuah roda penggerak (*drive* atau *steer*), dua roda (kiri kanan independen), tiga roda (*synchro drive* atau *holonomic system*), empat roda (*Ackermann model/mobile* seperti Robot mobil) ataupun lebih (Pitowarno, 2006).

2.5 Aktuator

Aktuator adalah perangkat elektromekanik yang menghasilkan daya gerakan. Dapat dibuat dari sistem motor listrik (motor DC magnet permanen, brushless, shunt, series, motor DC servo, motor stepper, dan solenoid), sistem pneumatis (perangkat kompresi berbasis udara atau gas nitrogen) dan perangkat hidrolis (berbasis bahan cair seperti oli). Untuk meningkatkan tenaga mekanik aktuator atau torsi gerakan dapat dipasang *gearbox*, baik *system direct gear* atau *sprocket gear* (Pitowarno, 2006) . Dengan meningkatkan kebutuhan akan tenaga dan torsi pada motor atau aktuator, maka dapat menunjang mekanik robot mampu bergerak jauh lebih baik dan sesuai apa yang diharapkan. Contoh dari motor servo dapat dilihat pada gambar 2-7.

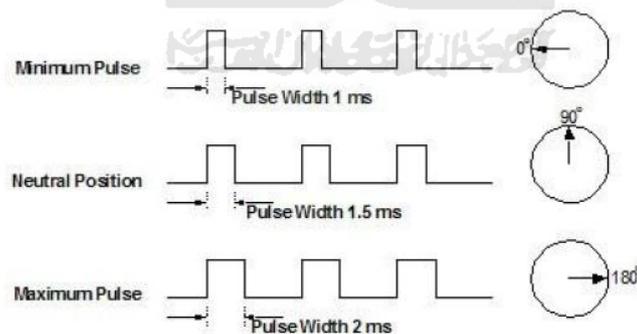
2.5.1 Motor Servo



Gambar 2-7 Motor Servo

Gambar 2-7 merupakan contoh motor servo yang digunakan. Motor servo merupakan sejenis motor DC, motor servo beroperasi secara *closed loop*. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum sampai posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga mencapai posisi yang diperintahkan.

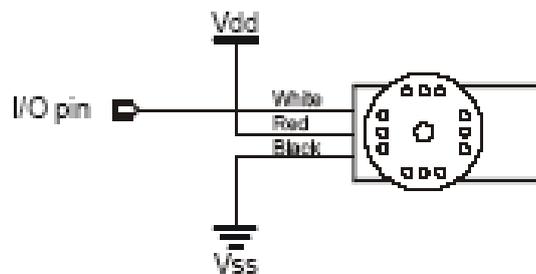
Motor servo terdiri dari dua jenis yaitu motor servo standar yang hanya dapat bergerak pada sudut tertentu, biasanya 180° atau 270° , dan motor servo servo *continuous* yang dapat berputar secara kontinyu. Motor servo mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan lebar pulsa pada bagian pin kontrolernya. Lebar pulsa yang diperlukan antara 1 ms hingga 2 ms, contohnya Jika diberikan pulsa dengan lebar 1.5 ms maka motor servo akan berputar menuju 90° derajat (posisi tengah = *middle*). Pulsa dengan lebar 2.0 ms akan membuat poros motor servo menuju 180° derajat (posisi kanan), sedangkan pulsa dengan lebar 1.0 ms akan membuat motor servo menuju 0° derajat (posisi kiri). Untuk bekerja secara baik pulsa tersebut dikirimkan sebanyak kira-kira 50 kali per detik Hubungan lebar pulsa dengan putaran arah motor servo dapat dilihat pada gambar 2-8 (Malik, 2005).



Gambar 2-8 Hubungan Lebar Pulsa dengan Putaran Arah Motor Servo

Motor servo mempunyai putaran yang lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rute putaran yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang

kuat karena internal gearnya. Pada motor servo terdapat tiga pin yaitu pin sinyal , pin catu daya positif dan negative, susunan ketiga pin tersebut dapat dilihat pada gambar 2-9. Untuk beroperasi dengan baik motor servo sendiri memerlukan daya berkisar 4,8 hingga 6 V.



Gambar 2-9 Susunan Pin Motor Servo

2.5.2 Motor Listrik

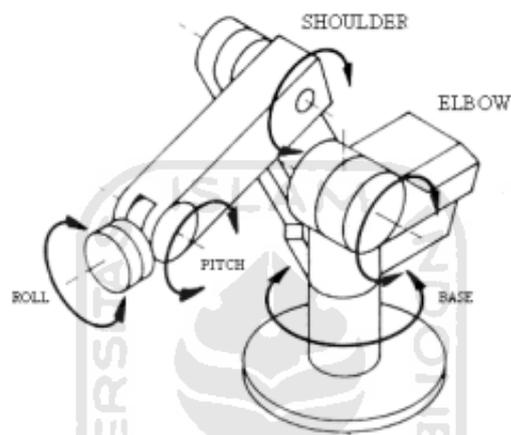
Motor banyak dipakai pada peralatan elektronik. Hampir sebagian besar peralatan elektronik menggunakan motor listrik. Motor merupakan alat yang merubah arus listrik menjadi gerakan mekanik berupa putaran. Motor listrik kecil banyak jenisnya, seperti motor DC, Motor stepper, dan motor servo, masing-masing memiliki kegunaan sendiri (Malik, 2005).

2.5.3 Motor DC

Motor DC banyak digunakan pada peralatan yang menggunakan putaran sebagai penggerak seperti *walkman*, *handycam*, mainan anak-anak dan printer. Robot juga banyak yang menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan sistem *gear* yang mereduksi putaran motor DC dan meningkatkan torsi. Sesuai dengan namanya, motor DC beroperasi dengan tegangan DC (arus searah). Dengan demikian putaran motor DC dapat berbalik arah jika polaritas tegangan yang diberikan juga dirubah. Motor DC juga datang dengan tegangan kerja yang bervariasi. Ada yang memiliki tegangan kerja 3 Volt, 6 Volt dan 12 Volt (Pitowarno, 2006).

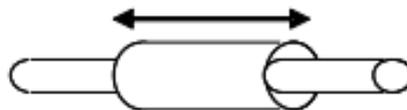
2.6 Sendi

Sendi adalah tempat sambungan lengan untuk melakukan putaran atau gerakkan. Secara umum sendi ada dua macam, yaitu sendi putar dan sendi *prismatic*. Sendi putar sering digunakan sebagai pinggang (*waist*), bahu (*shoulder*), siku (*elbow*). Pergerakan sendi putar akan menghasilkan satu derajat kebebasan (Achmad, Sunaryo & Arif, 2008). Model pergerakan sendi putar dapat ditunjukkan oleh gambar 2-10.



Gambar 2-10 Sendi Putar (*Revolution Joint*)

Sendi *prismatic* adalah sendi geser dengan sumbu sendi tepat pada pusat garis lengan geser. Sendi *prismatic* akan menyebabkan perpindahan posisi dari ujung lengan (*end-effector*). Contoh mekanisme sendi *prismatic* dapat dilihat pada gambar 2-11.



Gambar 2-11 Sendi Geser (*Prismatic Joint*)

2.7 Printed Circuit Boards (PCB)

Adalah salah satu komponen utama yang dipakai didalam pembuatan peralatan elektronik, biasa disebut dengan *Printed Wiring Boad* (PWB) dan juga dikenal nama Papan Rangkaian Tercetak (PRT). PCB ditemukan pada tahun 1936 oleh Dr.Paul Eisner, dimana pada saat itu baru dikenal PCB lapis satu (*Singel Layer*). Pada tahun 1942 Dr.Paul Eisner mulai memperkenalkan PCB lapis dua (*Double Layer*) yang kemudian dipatenkan pada tanggal 2 Februari 1943. Adapun macam-macam PCB yang ada didalam perataan-peralatan elektronika seperti Amplifier, Televisi, Radio, Komputer dan pereltan-peralatan elektonika muktahir lainnya terdiri dari:

1. PCB lapis satu (*Single Layer*)
2. PCB lapis dua (*Double Layer*)
3. PCB lapis banyak (*Multi Layer*)

Ketiga jenis PCB diatas diproduksi dalam bentuk kaku (*rigid*) dan *fleksibel*. Apabila dalam membuat desain dari suatu rangkaian sudah tidak memungkinkan lagi dengan digunakannya PCB lapis satu (*Single Lyer*), maka desain dari rangkaian tersebut dapat dibuat diatas PCB lapis dua (*Double Layer*) atau PCB lapis banyak (*Multi Layer*).



Gambar 2-12 PCB Lapis Satu (*single layer*)

Sebelum ditemukannya PCB, rangkain elektronika dibuat di atas lempengan substrat *phenolic* (pertinak) yang diberi paku-paku matrik. Lalu

berkembang dengan menggunakan lempengan papan *phenolic / epoxy / kertas / fiber glass* dengan kawat di atasnya sehingga membentuk rangkaian yang diinginkan. Dengan adanya penemuan PCB lapis satu yang lalu diikuti dengan PCB lapis dua maka teknologi penempelan komponen di atas papan PCB berkembang menjadi lebih praktis.

Adapun PCB yang diproduksi sekarang ini dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori, baik berdasarkan bahan dielektrik yang digunakan ataupun berdasarkan metode pembentukannya. Didalam tulisan ini akan dibahas mengenai PCB yang dibentuk dari bahan organik sebagai dielektriknya dan lapisan tembaga sebagai bahan konduktornya. Jenis papan ini biasa diproduksi dalam bentuk kaku dan *fleksibel*. Keduanya diproduksi dalam bentuk lapis satu atau lapis dua. Sedangkan dalam penggunaannya dapat dipakai secara terpisah ataupun bersamaan dengan cara *molding* (Mambu, 1996).

2.8 AutoCAD 2008

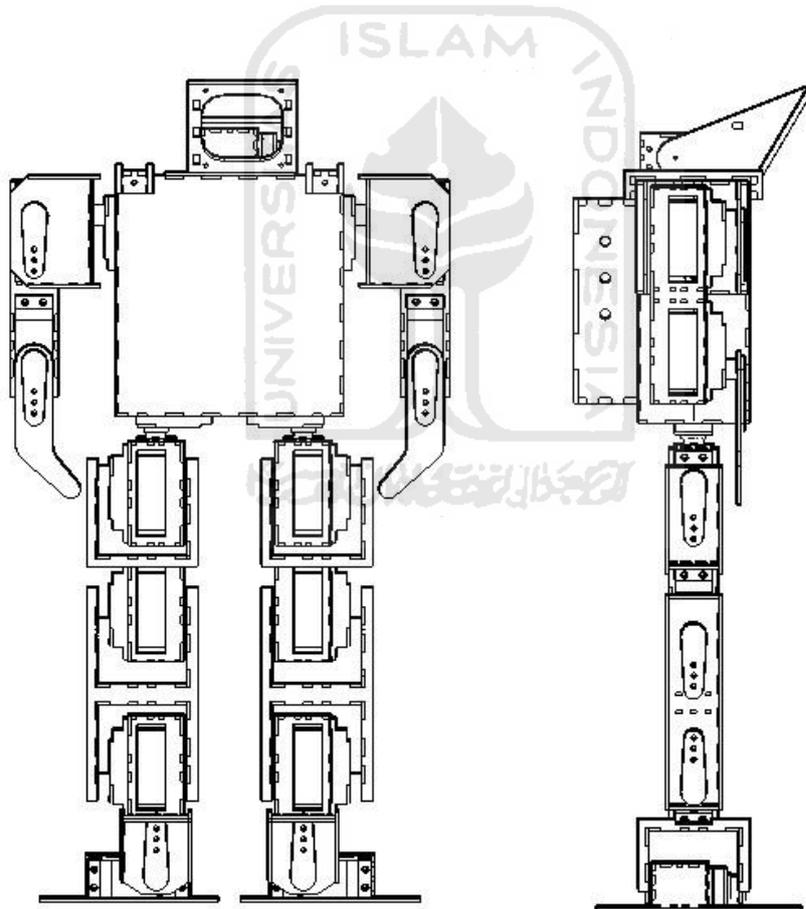
AutoCAD adalah salah satu program desain dengan bantuan computer yang sangat populer dibandingkan program sejenis lainnya. Sejak pertama diciptakan oleh *Autodesk Corporation* hingga keluarnya release 2008, AutoCAD mengalami perkembangan yang sangat fenomenal dan mempunyai andil besar dalam perkembangan industri manufacturing dewasa ini. Secara perlahan tapi pasti AutoCAD telah melakukan otomatisasi gambar, menggantikan fungsi manual yang selama ini mendominasi pekerjaan di segala bidang (Soma, 2008).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Perancangan

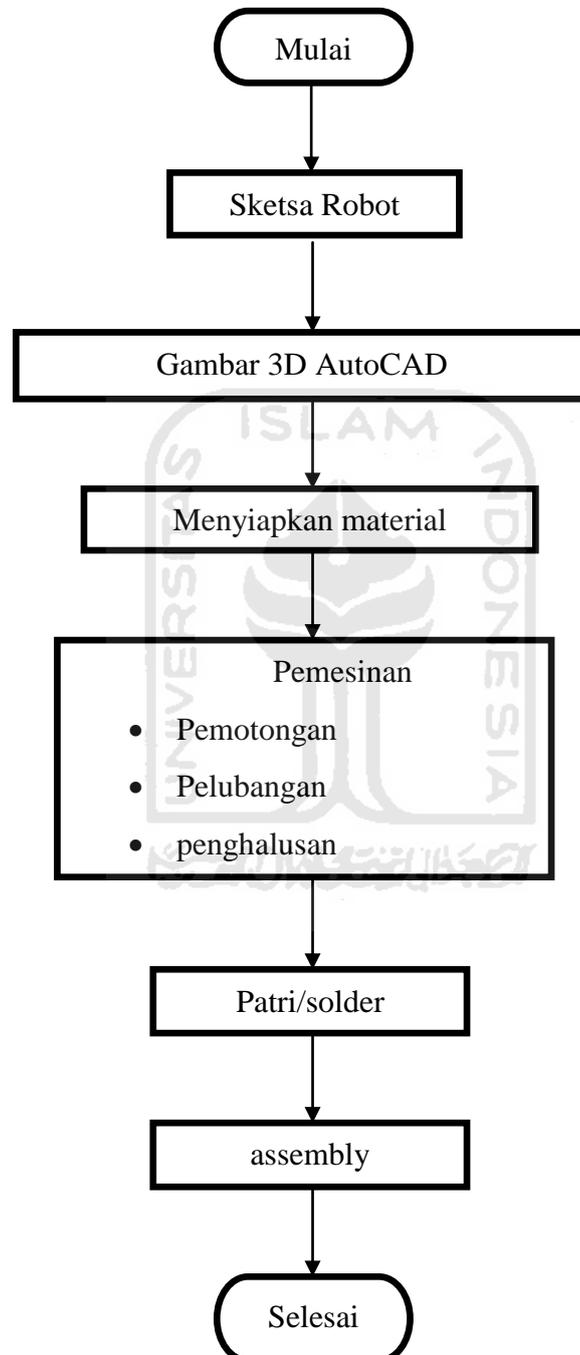
Perancangan sistem mekanik robot dua kaki ini dilakukan pada bulan Januari 2011. Pada perancangan sistem mekanik robot dua kaki dilakukan beberapa kali perancangan supaya robot dua kaki ini dapat berjalan dengan semaksimal mungkin. Tempat penelitian dan perancangan sistem mekanik robot dua kaki dilaksanakan di laboratorium mekatronika, laboratorium mesin CNC, laboratorium proses produksi dan kediaman penulis.



Gambar 3-1 Robot Dua Kaki

3.2 Diagram Alir Proses Perancangan Sistem Mekanik

Proses perancangan sistem mekanik diperlihatkan dengan diagram alir / *flowchart* pada gambar 3-2.



Gambar 3-2 *Flowchart*

3.3 Peralatan dan Bahan

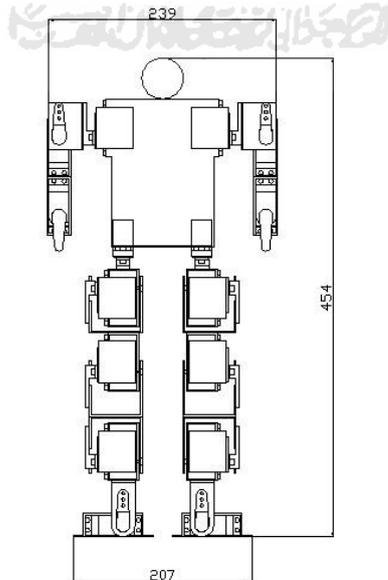
Peralatan dan bahan yang digunakan dalam perancangan ini yaitu:

Alat	Bahan
1. Mesin <i>drill</i>	1. PCB <i>single layer</i> dan PCB <i>double layer</i>
2. Ampelas halus dan kasar	2. Akrilik
3. Solder	3. Motor servo standar
4. Kikir	4. <i>Bearing</i>
5. Mesin CNC	5. Baut dan mur
6. Mesin <i>laser cutting</i>	6. Lem alteko
7. Mistar	7. Cat pilok
8. Jangka sorong	8. Specer
9. <i>Software</i> AutoCAD 2008	

3.4 Perancangan Robot

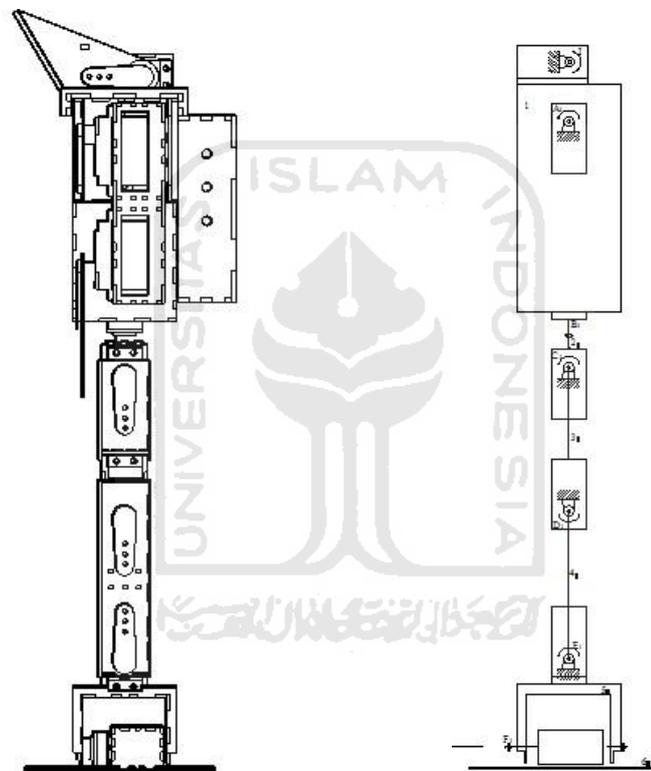
Perancangan robot difokuskan pada desain dan pembuatan mekanik.

3.5 Mekanik



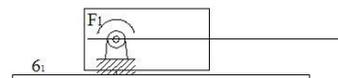
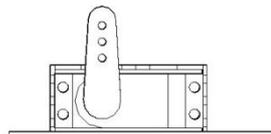
Gambar 3-3 Sketsa Mekanik Robot Dua Kaki

Gambar 3-3 merupakan sketsa mekanik robot dua kaki yang dipilih untuk dijadikan acuan perancangan ini dari beberapa sketsa mekanik robot dua kaki yang telah dibuat, tentunya dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan sketsa mekanik robot dua kaki. Sketsa mekanik robot dua kaki ini dapat memberikan gambaran bagaimana robot ini nantinya akan bergerak, dengan menggunakan material PCB apakah kekuatan serta penyambungannya dapat dipercaya untuk dibangun sebuah robot.



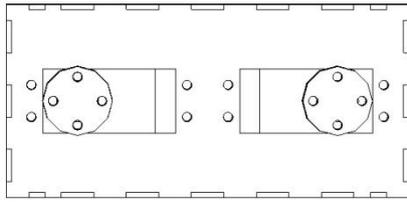
Tampak Samping

Tampak Samping

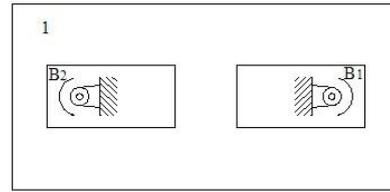


Telapak Kaki
Tampak Depan

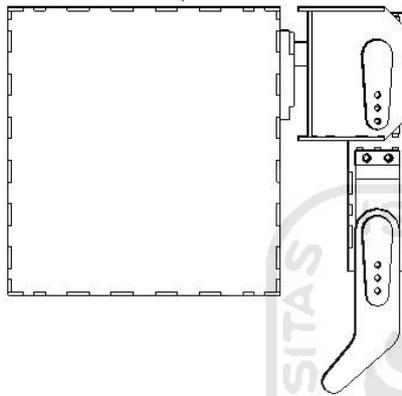
Telapak Kaki
Tampak Depan



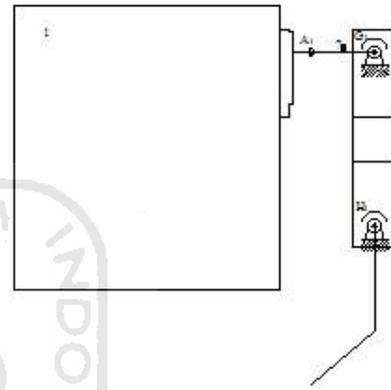
Tampak Bawah



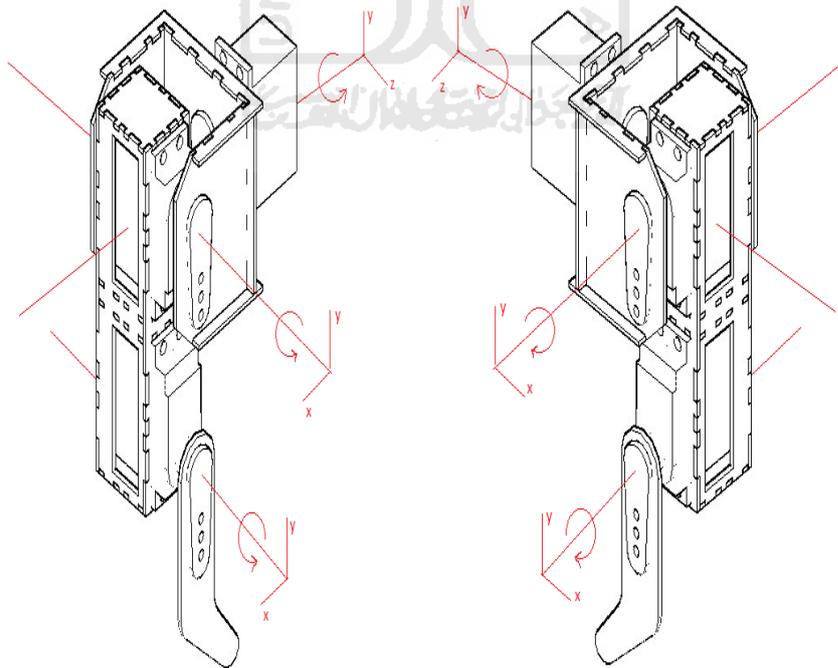
Tampak Bawah

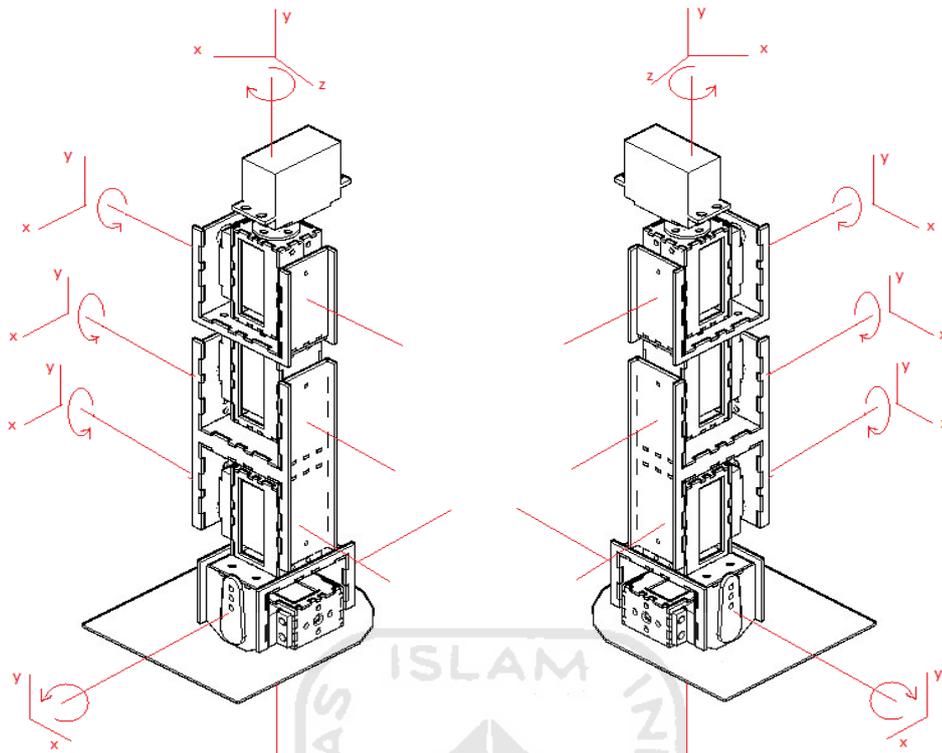


Tampak Depan



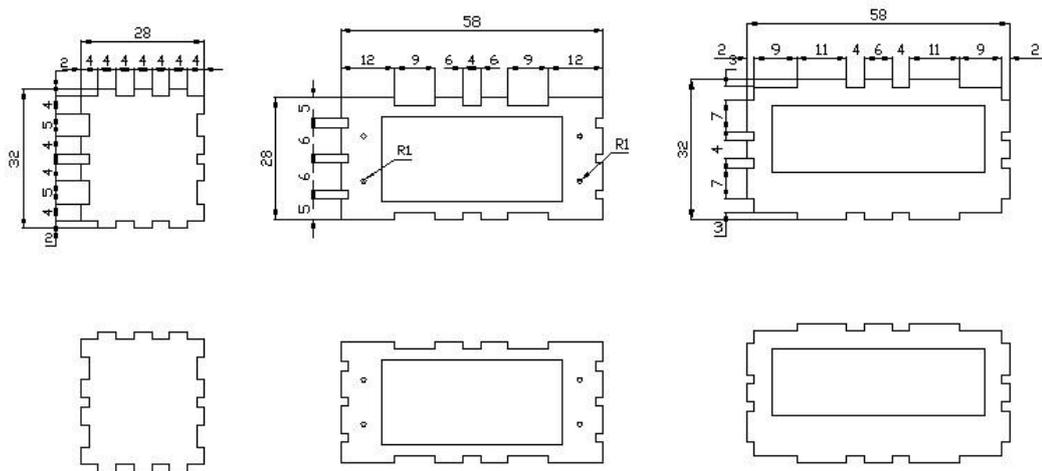
Tampak Depan





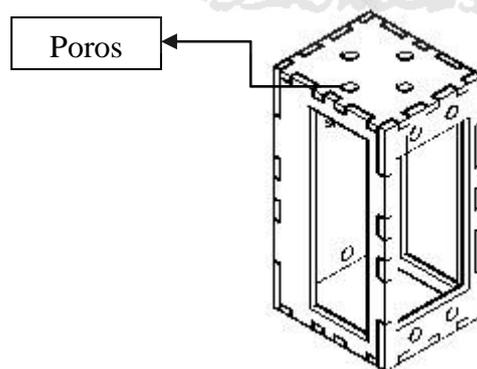
Gambar 3-4 Konstruksi Robot dan Arah Gerak
Tiap Motor Servo

Gambar 3-4 untuk mengetahui simulasi gerakan yang mungkin saja terjadi pada setiap gerakan robot, langkah awal yang sangat penting adalah membentuk gambar robot sesungguhnya dalam bentuk yang sederhana. Karena sebagian besar gerakan yang terjadi adalah akibat dari penggerak motor servo pada setiap sendinya maka gambar dalam bentuk sketsa sudah cukup membantu untuk menjelaskan secara singkat tentang fenomena gerakan yang terjadi pada setiap sendi.



Gambar 3-5 Part

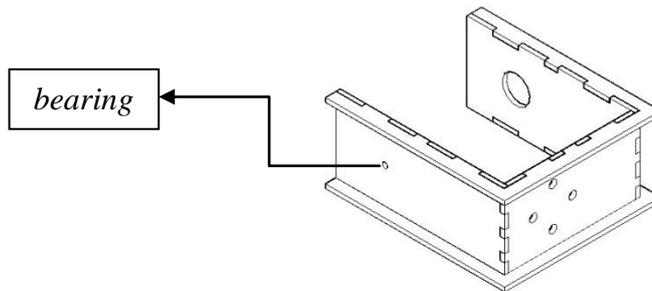
Gambar 3-5 merupakan *desain* yang berbentuk seperti *Puzzle* yang dibuat dengan menggunakan *Software Auto CAD* yang kemudian dipotong dengan menggunakan Mesin CNC. PCB *Double Layer* dan *Single Layer* merupakan material yang akan digunakan dalam perancangan robot dua kaki, selain mudah untuk dibentuk material ini juga mudah untuk disambung. Setelah selesai diproses dengan menggunakan mesin CNC, langkah selanjutnya adalah *finishing* sebelum dilakukan langkah berikutnya.



Gambar 3-6 Rumah Motor Servo

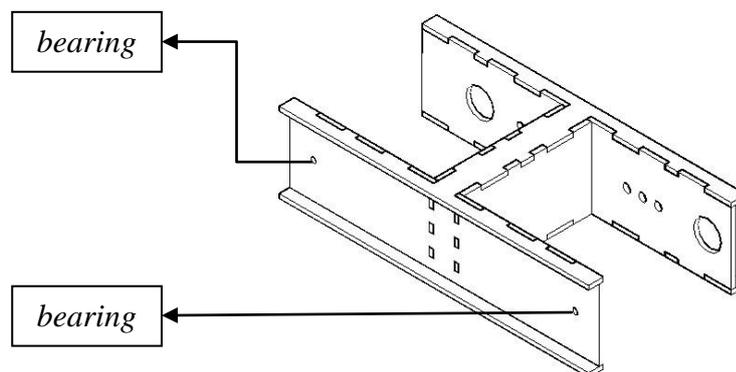
Gambar 3-6 di atas bagian PCB yang sudah dijelaskan di awal yang kemudian di solder/patri sehingga dapat dilihat pada Gambar 3-6. Untuk bentuk

dan ukurannya disesuaikan dengan dimensi motor servo yang mempunyai dimensi 40 x 20 mm. Rumah servo juga diberi poros pada bagian belakang dengan menggunakan baut.



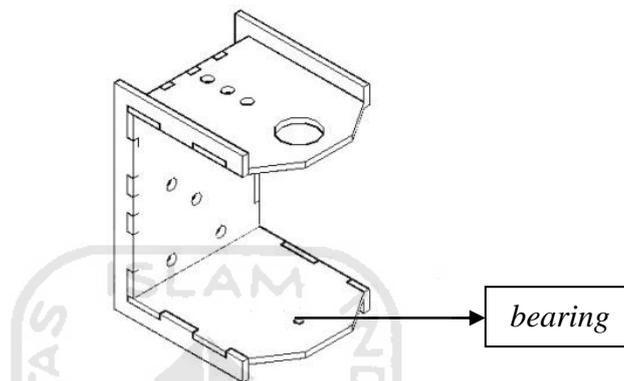
Gambar 3-7 Batang Hubung Paha

Gambar 3-7 batang hubung paha dibuat dengan memperhitungkan posisi besar kecilnya rumah motor servo. kekuatan batang hubung juga sangat diperhitungkan sebab jika batang hubung tidak kuat robot akan sulit untuk berjalan. Batang hubung juga dilengkapi oleh *bearing* yang dipercaya untuk menghindari terjadinya resiko gesekan secara langsung antara poros dengan batang hubung dan memperlancar pergerakan robot.



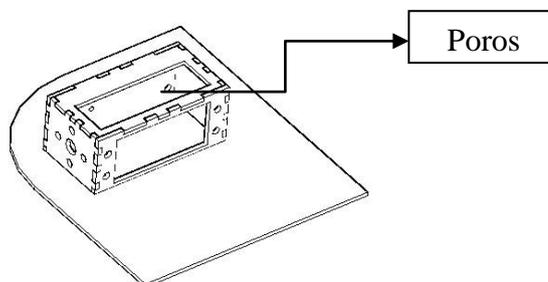
Gambar 3-8 Batang Hubung Lutut

Gambar 3-8 batang hubung lutut yang nantinya akan dipasang dua buah motor servo supaya dapat bergerak dengan bebas. Dengan adanya bentuk batang hubung seperti pada gambar 3-8 diharapkan robot dapat berjalan dengan semaksimal mungkin. Batang hubung ini juga dilengkapi dengan dua buah *bearing* yang dipercaya untuk menghindari terjadinya resiko gesekan secara langsung antara poros dengan batang hubung dan memperlancar pergerakan robot.



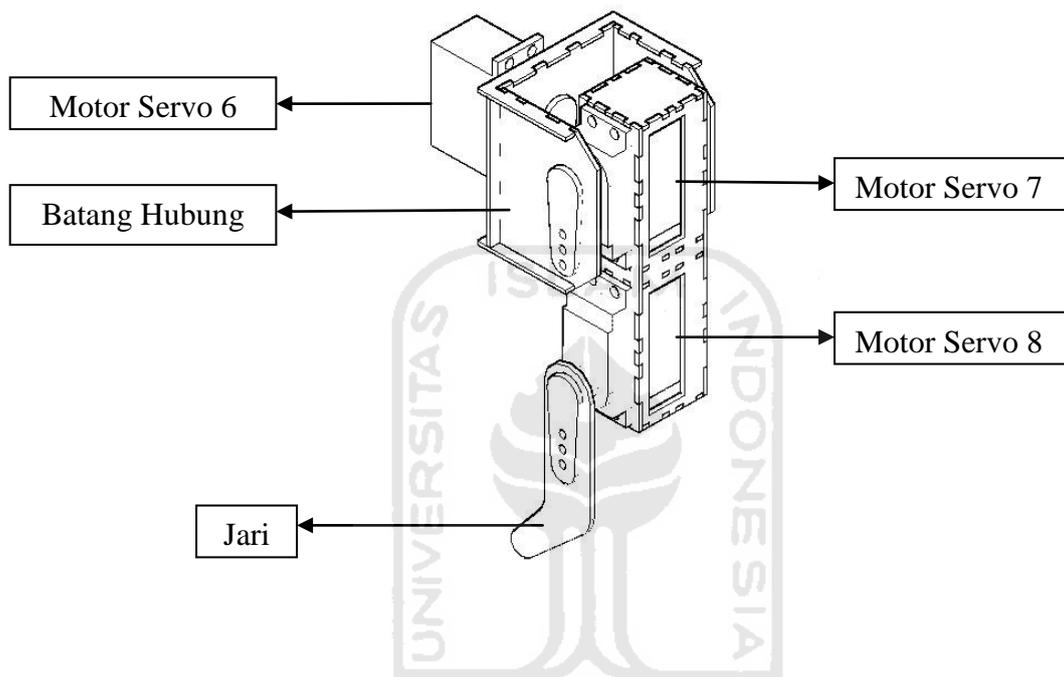
Gambar 3-9 Batang Hubung Engkel

Gambar 3-9 batang hubung engkel dibuat dengan lebih pendek jika dibandingkan dengan batang hubung paha dan lutut, karena batang hubung engkel hanya berfungsi untuk menjaga kemiringan robot ketika sedang berjalan dan berbelok. Batang hubung ini juga dilengkapi dengan sebuah *bearing* yang dipercaya mampu menghindari terjadinya resiko gesekan secara langsung antara poros dengan batang hubung dan memperlancar pergerakan robot.



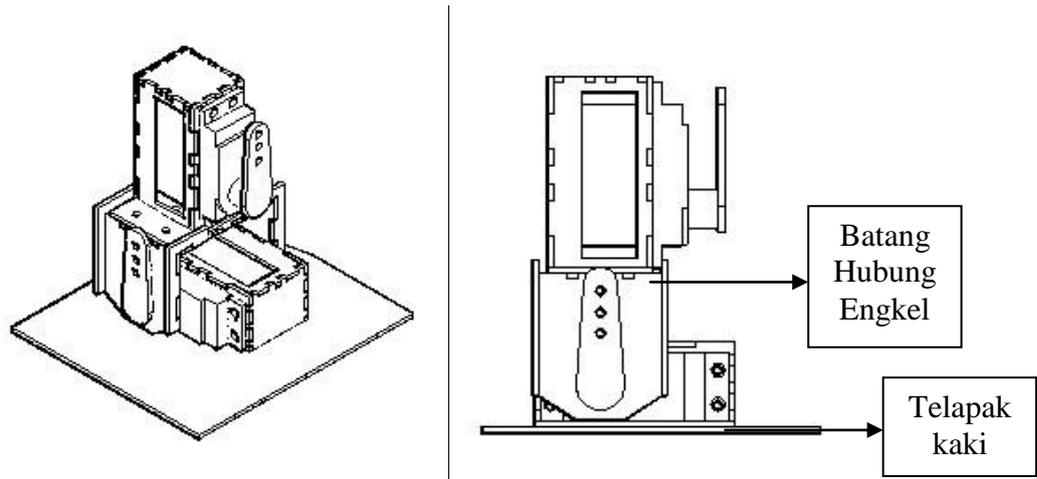
Gambar 3-10 Telapak Kaki

Gambar 3-10 di atas merupakan bentuk telapak kaki robot yang di desain dengan keperluan pergerakan robot tersebut. Tujuan telapak kaki robot di desain seperti pada gambar 3-10 adalah supaya telapak pada kaki robot ketika mengambil pergerakan posisi memutar tidak bersentuhan dengan telapak kaki robot yang satunya.

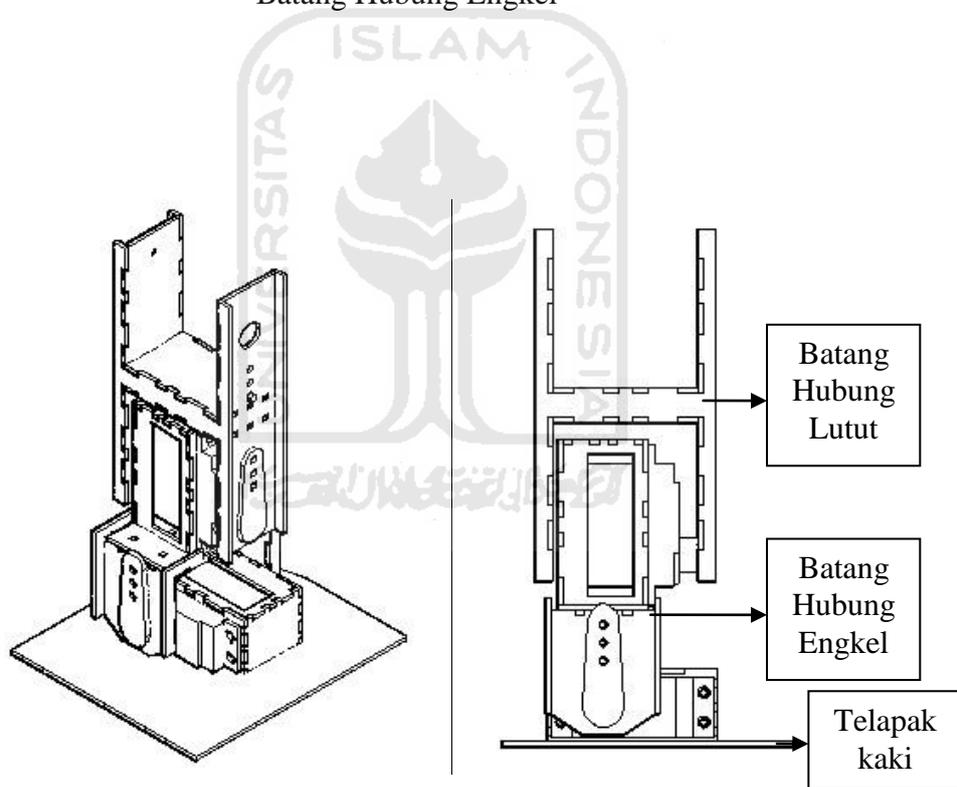


Gambar 3-11 Tangan Kiri

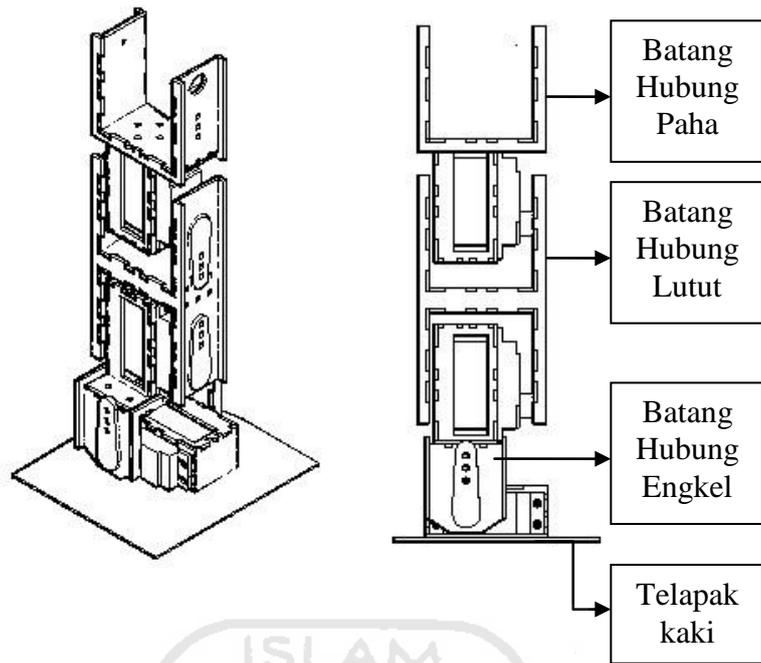
Gambar 3-11 pada bagian lengan terdapat enam buah penggerak aktuator atau motor servo sehingga untuk sebelah lengan saja memiliki tiga buah motor servo dengan dua motor servo yang berdempetan pada bagian bahu supaya lengan robot dua kaki dapat bergerak dengan leluasa. Lengan dibuat dengan sangat sederhana karena fungsi lengan hanya untuk menjaga keseimbangan robot dua kaki ketika sedang berjalan. Selain itu juga fungsi lengan untuk membantu robot dua kaki ketika dalam posisi jatuh dan akan keposisi berdiri. Ketika robot akan bangun makan perlu bantuan lengan untuk mengangkat badan robot supaya dapat berdiri.



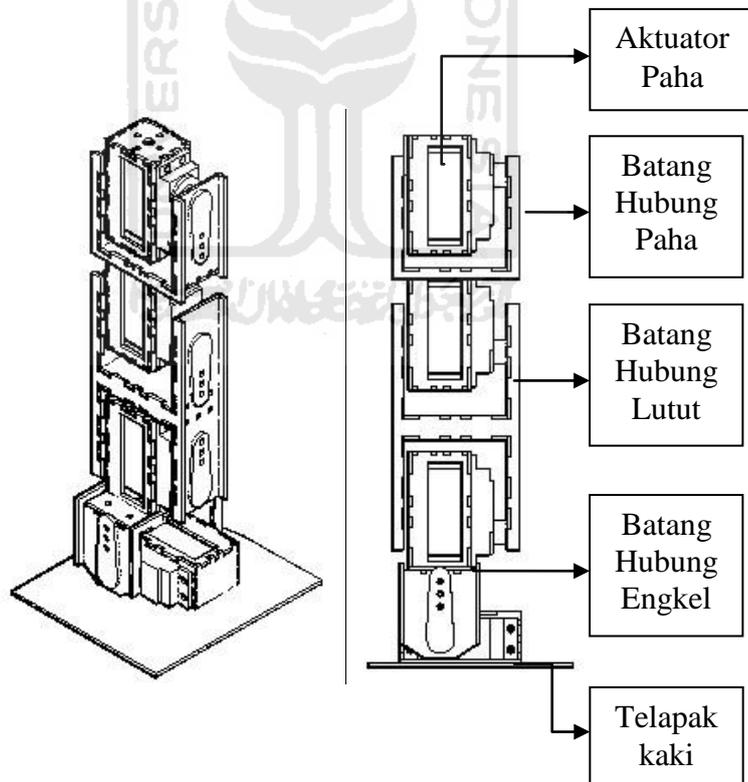
Gambar 3-12 Telapak Kaki Dengan Batang Hubung Engkel



Gambar 3-13 Engkel Dengan Batang Hubung Lutut

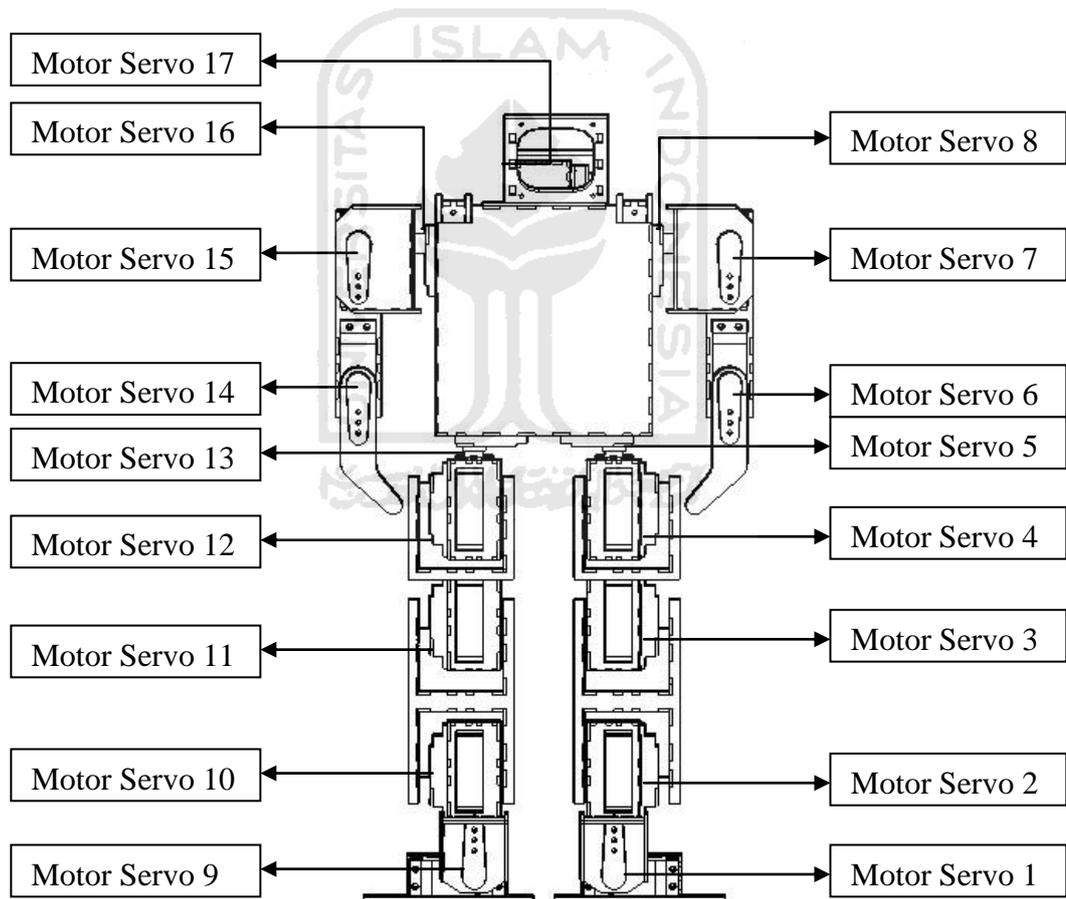


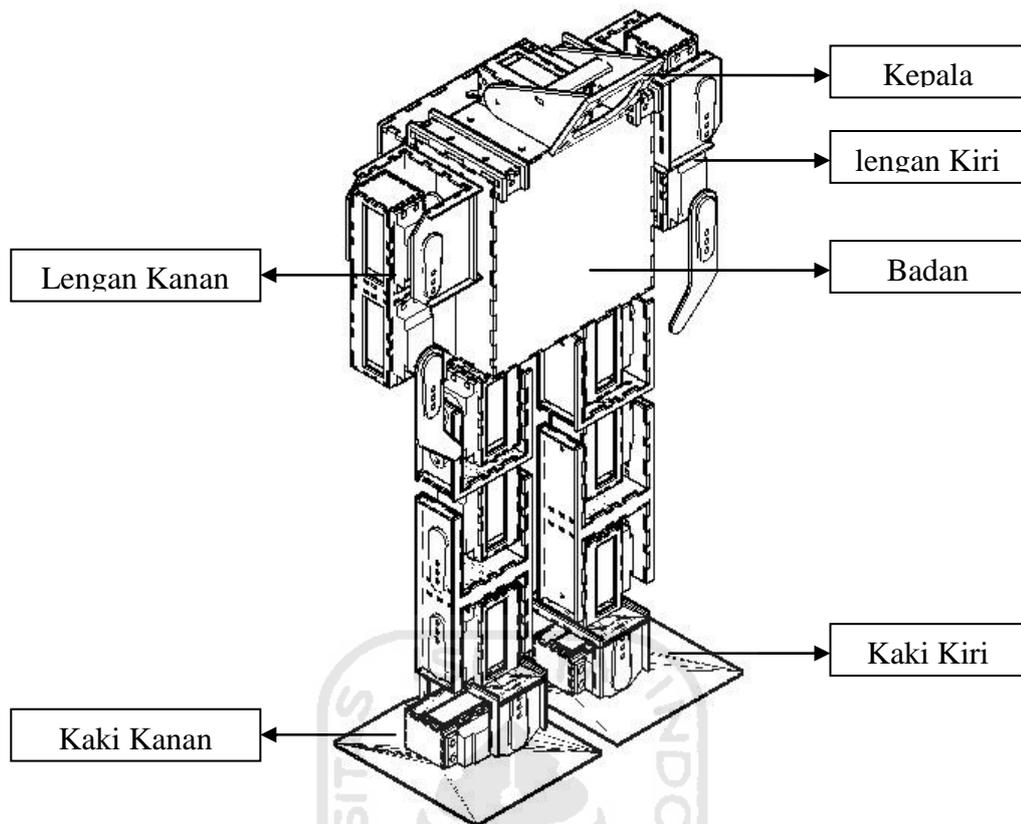
Gambar 3-14 Lutut Dengan Batang Hubung Paha



Gambar 3-15 Batang Hubung Paha Dengan Aktuator Paha

Gambar 3-12 terlihat bahwa pada bagian kaki terdapat sepuluh buah motor servo sehingga untuk sebelah kaki memiliki lima buah motor servo dengan dua buah motor servo berdempetan dibagian paha untuk mempermudah robot berjalan dan berbelok. Pada bagian engkel terdapat dua buah motor servo yang bertujuan agar engkel robot dapat bergerak bebas seperti engkel pada manusia. Karena kaki robot akan menahan beban yang lebih besar maka perlu perancangan yang lebih matang bagaimana robot dua kaki tidak terjatuh ketika sedang berjalan, berhenti mendadak dan berbelok. Kaki dan tangan robot juga harus mampu mengangkat bagian badan robot ketika jatuh.





Gambar 3-18 Desain Robot Dua Kaki Secara Utuh

Gambar 3-13 di atas merupakan desain bentuk akhir dari perancangan robot dua kaki yang memiliki bentuk seperti manusia atau robot *humanoid*. Material yang akan menggunakan PCB *Double Layer* dan *Single Layer* yang mudah untuk dibentuk dan mudah dalam penyambungannya. Dengan menggunakan tujuh belas aktuator atau pengerak motor servo standar, masing-masing motor servo harus mampu menggerakkan setiap sendi. Pada bagian lengan terdapat enam buah motor servo sehingga untuk sebelah lengan saja memiliki tiga buah motor servo dengan dua motor servo berdempetan dibagian bahu untuk pergerakan yang lebih leluasa. Sedangkan pada bagian kaki terdapat sepuluh buah motor servo sehingga untuk sebelah kaki memiliki lima buah motor servo dengan dua buah motor servo berdempetan dibagian paha untuk mempermudah robot berjalan dan berbelok. Pada bagian engkel terdapat dua buah motor servo yang bertujuan agar engkel robot dapat bergerak bebas seperti engkel pada manusia.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan yang dilakukan pada perancangan sistem mekanik robot robot dua kaki masih terus dilakukan, karena pada awal perancangan masih banyak kendala yang terjadi. Karena perancangan bentuk yang dilakukan sudah mengalami beberapa tahap perbaikan dan penyesuaian. Pemaparan tentang kendala dan tahap yang dilakukan akan dibahas dalam bab ini. Pembahasan pun dilakukan untuk menerangkan beberapa istilah dan argumen yang pada awal atau bab sebelumnya belum dibahas.

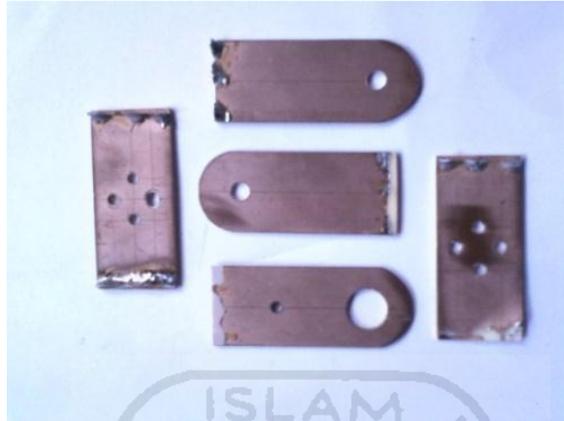


Gambar 4-1 Hasil Perancangan Sistem Robot Dua Kaki

Gambar 4-1 merupakan hasil akhir dari perancangan sistem mekanik robot dua kaki, setelah mengalami beberapa perubahan perancangan sistem mekanik robot dua kaki inilah yang paling baik dari segi bentuk dan gerakan, walaupun perbaikan masih terus dilakukan.

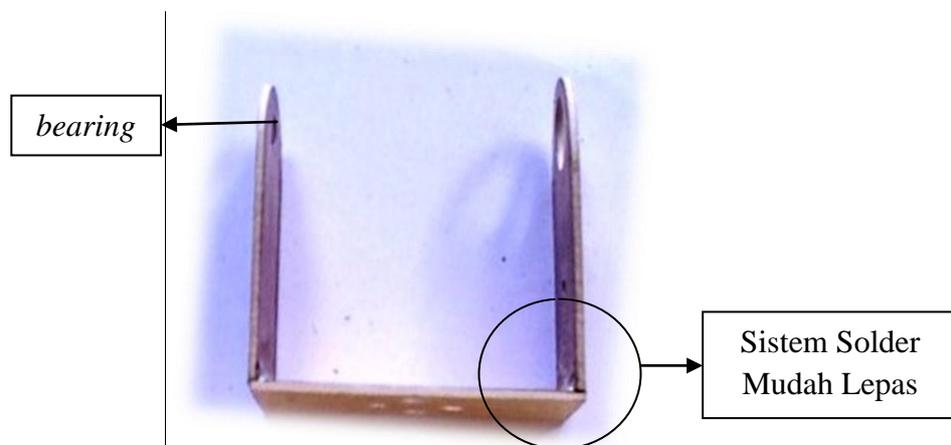
4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Perancangan Pertama

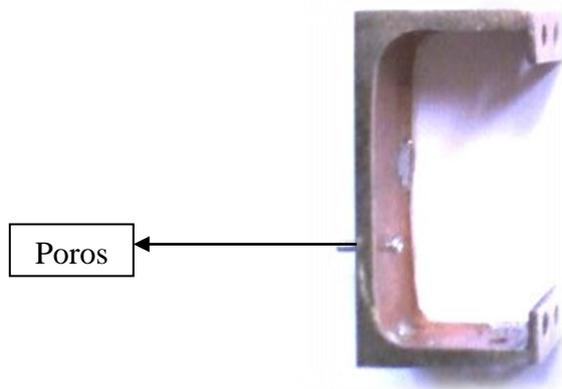


Gambar 4-2 Hasil Perancangan Pertama *Part*

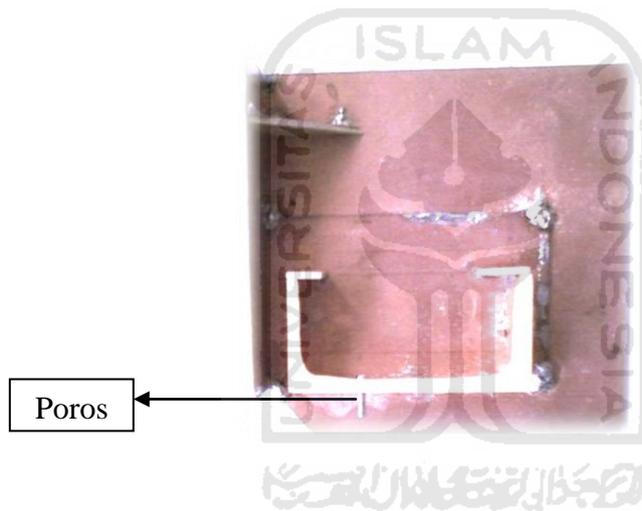
Gambar 4-2 merupakan perancangan pertama yang digunakan untuk dijadikan bagian-bagian mekanik robot. Pada perancangan pertama banyak terjadi kesulitan, mulai dari kesulitan menyolder *part* hingga memotong lembaran PCB. Pada saat memotong lembaran PCB alat yang digunakan pisau *cutter* dan gergaji sehingga *part-part* yang dihasilkan ukurannya berbeda-beda.



Gambar 4-3 Batang Hubung



Gambar 4-4 Rumah Motor Servo



Gambar 4-5 Telapak Kaki

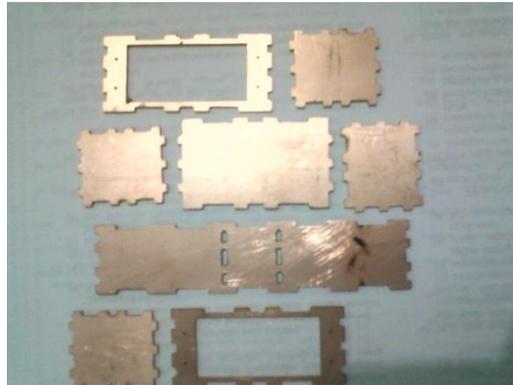
Gambar di atas ketika *part-part* pada gambar 4-2 disolder sesuai dengan pola masing-masing *part*. Banyak hal yang perlu diperbaiki pada perancangan pertama terutama pada batang hubung dengan kondisi seperti pada gambar di atas, kondisinya tidak kuat dan sistem soldernya mudah lepas, ini akan menyebabkan sistem mekanik robot dua kaki tidak bisa menahan beban yang berat. Kemudian pada bagian rumah motor servo dari hasil pemotongan material yang tidak lurus dan penyolderan yang tidak sempurna sehingga kondisi rumah motor servo tidak kuat dan tidak sesuai dengan apa yang diharapkan.



Gambar 4-6 Hasil Perancangan Pertama
Robot Dua Kaki

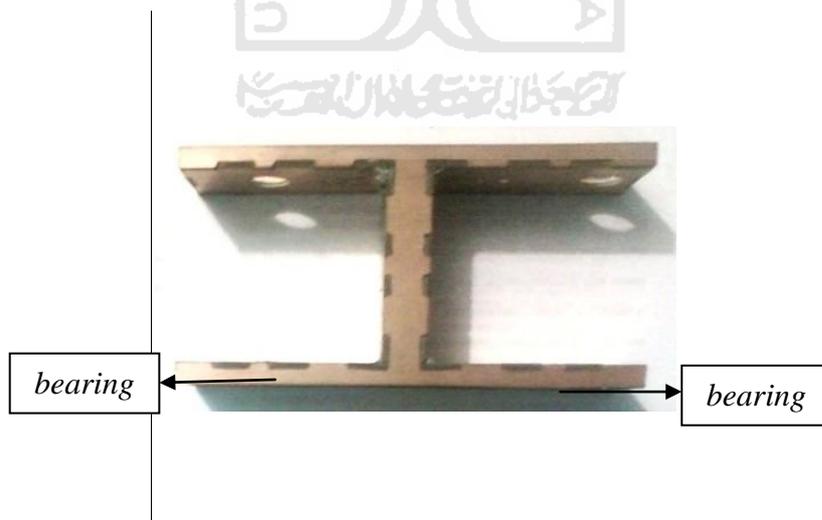
Hasil perancangan sistem mekanik robot dua kaki dengan sepuluh derajat kebebasan ini telah melalui beberapa tahap perbaikan. Pada gambar 4-6 adalah hasil perancangan pertama mekanik robot dua kaki yang keseluruhan menggunakan material PCB lapis satu (*Single Layer*). Dalam pengujian sistem gerak yang dilakukan oleh Joko Sriyanto robot dua kaki mengalami kesulitan saat bergerak. Setelah di amati dan di teliti batang hubung pada mekanik robot dua kaki yang bermasalah. Hal ini disebabkan oleh adanya batang hubung yang lentur dan tidak sanggup menahan beban motor servo yang banyak.

4.1.2 Perancangan Kedua

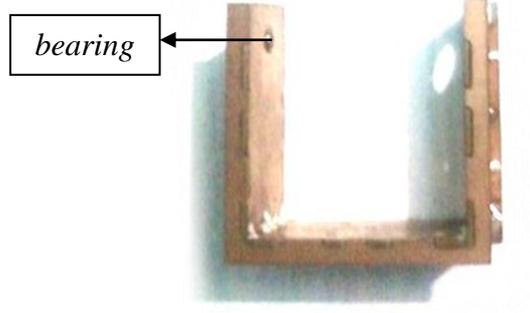


Gambar 4-7 *Part*

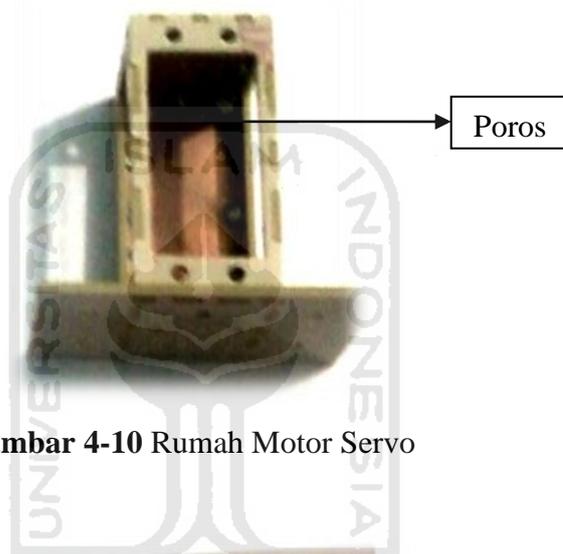
Gambar 4-7 merupakan *part-part* yang sudah selesai dilakukan proses pemotongan dan proses *finishing*. Proses hasil pemotongan ini lebih baik jika dibandingkan dengan pemotongan pada perancangan pertama sistem mekanik robot dua kaki. Dengan hasil yang baik maka akan sangat mudah sistem penyolderan dan pemasangan masing-masing *part*.



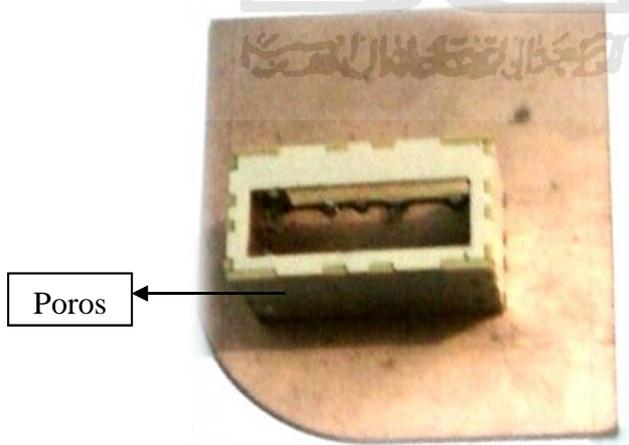
Gambar 4-8 Batang Hubung Lutut



Gambar 4-9 Batang Hubung Paha

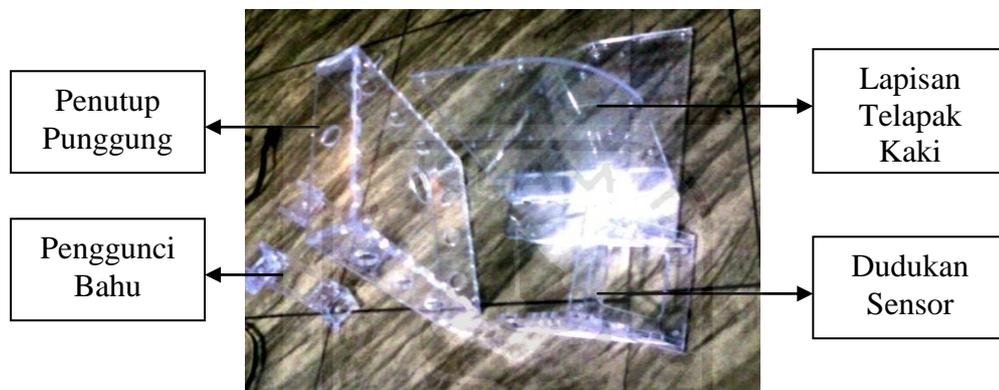


Gambar 4-10 Rumah Motor Servo



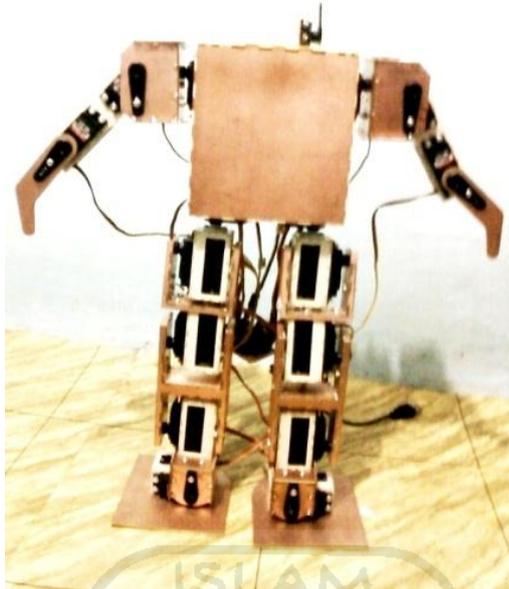
Gambar 4-11 Telapak Kaki

Gambar di atas merupakan bagian-bagian robot dua kaki yang sudah di bentuk menurut kegunaan masing-masing sistem mekanik robot. Dari hasil perancangan ini, keuntungan yang dihasilkan sangat banyak mulai dari proses penyolderan yang sangat mudah dan kekuatan masing-masing bagian mekanik robot dua kaki juga sangat dipercaya untuk dibangun sebuah robot. Pengabungan material PCB lapis satu (*single layer*) dan PCB lapis dua (*double layer*) juga sangat membantu dalam proses tersebut.

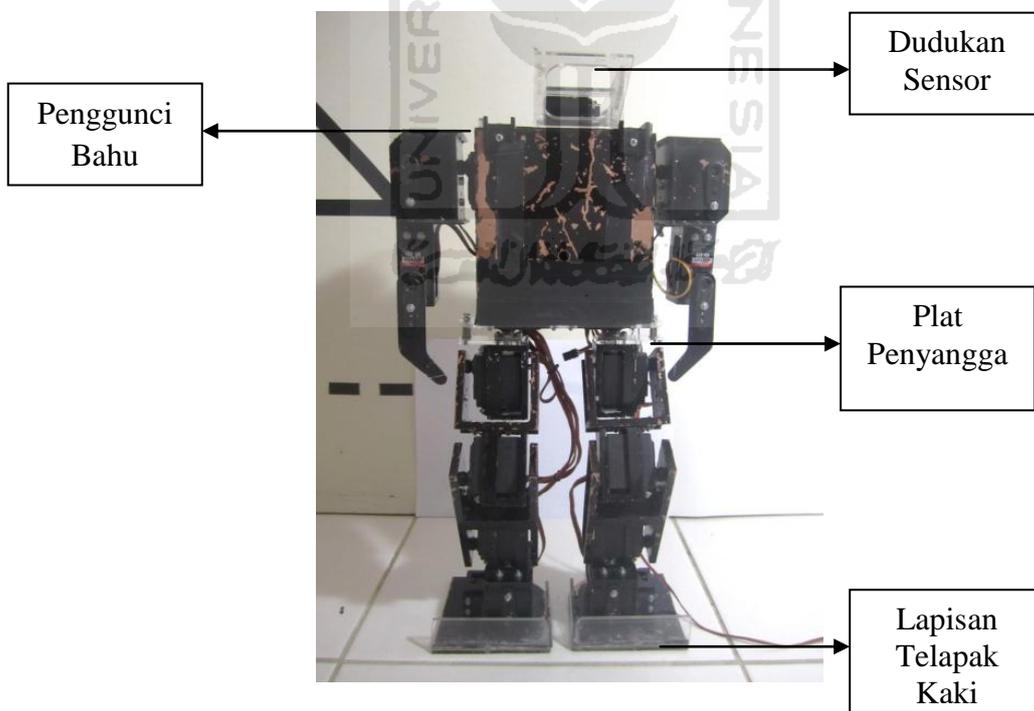


Gambar 4-12 Dudukan Sensor, Plat Penyangga, Lapisan Telapak Kaki, Penggunci Bahu dan Penutup Punggung

Akrilik merupakan material pendukung untuk melengkapi bagian-bagian sistem mekanik robot dua kaki, bagian-bagian robot yang menggunakan material akrilik antara lain bagian penutup punggung, plat penyangga, penggunci bahu, lapisan telapak kaki dan dudukan sensor. Penutup punggung merupakan bagian yang dibuat sebagai tempat *microcontroller*. Telapak kaki pada robot dua kaki kondisinya tidak rata, supaya telapak kaki robot rata, maka dibuatlah lapisan telapak kaki yang terbuat dari bahan akrilik. Pada *mounting* motor servo bagian paha kondisinya selalu bergoyong, goyangan tersebut menyebabkan kedua kaki saling bersentuhan untuk itu dibuatlah plat penyangga yang terbuat dari material akrilik supaya kedua kaki tidak bersentuhan dan terlihat kaku.



Sebelum Diberi Pewarna



Sesudah Diberi Pewarna

Gambar 4-13 Penambahan Komponen Robot Dua Kaki

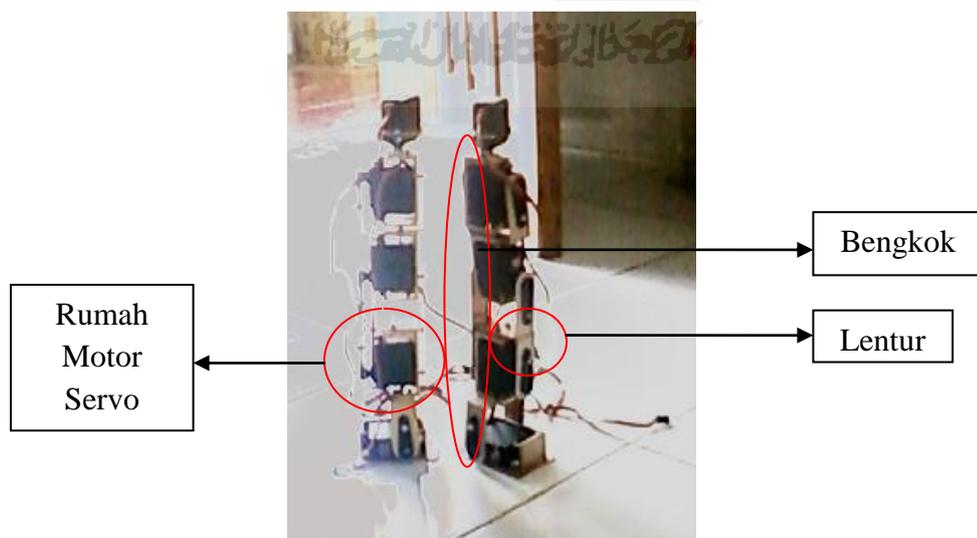
4.2 Beban

Selain mempertimbangkan beban mekanik robot dua kaki secara keseluruhan, beban juga mempertimbangkan kinerja dari setiap motor servo, khususnya motor servo pada setiap sendi. Material yang digunakan pada perancangan diawal adalah lembaran PCB lapis satu (*single layer*), sementara hasil perancangan terakhir material yang digunakan adalah lembaran PCB lapis dua (*single layer*) dan PCB lapis satu (*double layer*).

4.3 Pembahasan

Pada perancangan sistem mekanik robot dua kaki terdapat kendala-kendala yang terlihat dari hasil perancangan mekanik, kemudian dibahas solusi yang memungkinkan dan paling efisien. Kendala-kendala yang dibahas merupakan kendala yang berhubungan dengan perancangan sistem mekanik robot dua kaki.

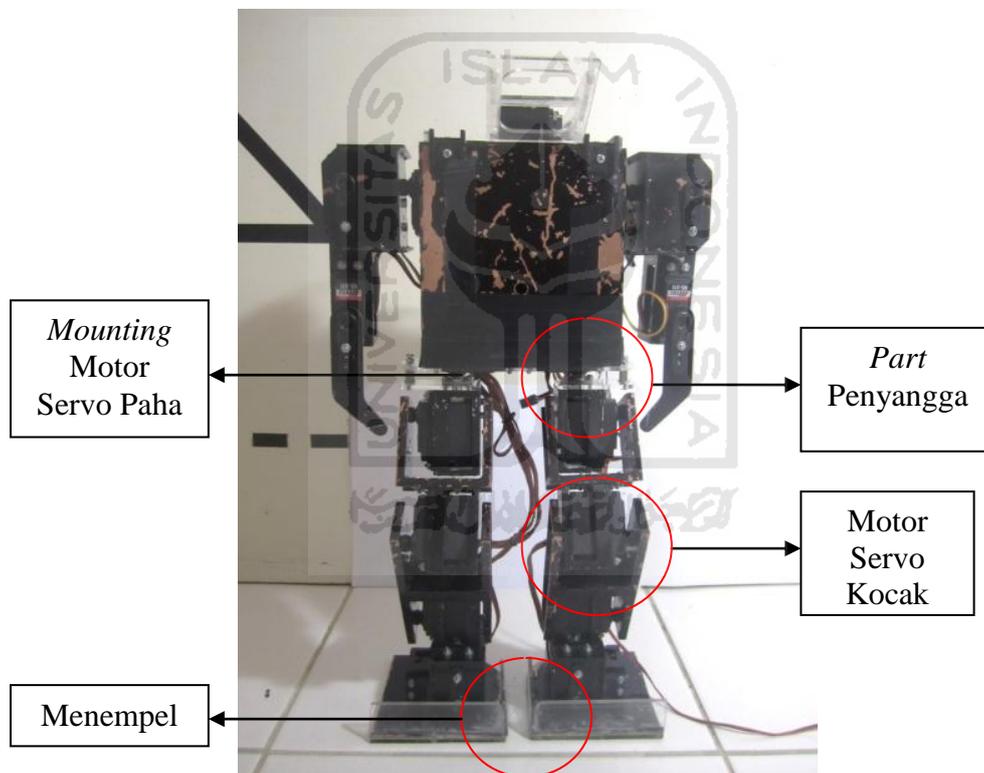
Dalam pencarian solusi lebih fokus pada perancangan sistem mekanik robot dua kaki hingga ditemukan sistem mekanik robot dua kaki yang sesuai dengan yang diharapkan. Pada gambar 4-14 merupakan bentuk perancangan sistem mekanik robot dua kaki saat perancangan pertama.



Gambar 4-14 Hasil Perancangan Pertama
Robot Dua Kaki

Dalam perancangan sistem mekanik robot dua kaki yang pertama dengan menggunakan material PCB lapis satu (*single layer*) robot dapat dibangun. Namun kemudian ditemukan kendala pada batang hubung sistem mekanik robot dua kaki yang menyebabkan batang hubung terlihat lentur karena tidak sanggup menahan beban motor servo yang banyak. Kemudian rumah motor servo dengan hasil pembuatan yang tidak sesuai menyebabkan kaki robot terlihat bengkok.

Solusi pada permasalahan tersebut adalah merancang ulang sistem mekanik robot dua kaki. Gambar 4-15 merupakan bentuk perancangan sistem mekanik robot dua kaki yang kedua.



Gambar 4-15 Hasil Perancangan Kedua
Robot Dua Kaki

Dalam perancangan sistem mekanik robot dua kaki yang kedua ini juga didapat suatu kendala, yaitu motor servo pada kaki robot yang ditebuk menjadi

goyah (kocak). Kemudian ketika robot diangkat posisi kedua kakinya menempel yang disebabkan *mounting* motor servo paha tidak kuat.

Solusinya pada permasalahan tersebut adalah motor servo yang goyah (kocak) ditukar dengan motor servo bagian sendi yang lain. Dengan penambahan *part* penyangga pada motor servo bagian paha, diharapkan kaki robot tidak menempel ketika diangkat.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan sistem mekanik robot dua kaki yang telah dibuat, maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Dengan menggunakan material PCB lapis satu (*single layer*) dan PCB lapis dua (*double layer*) serta akrilik sebagai material pendukung dapat membangun sistem mekanik robot dua kaki.
2. Desain mekanik robot dibuat dengan menggunakan *software* AutoCAD.
3. Material dibentuk seperti *puzzle* untuk mempermudah saat penyambungan dan memperkuat konstruksi robot dua kaki.
4. Pada bagian pinggul robot dibuat *part* penyangga supaya kaki robot lebih kaku.
5. Konstruksi mekanik dibuat berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan robot.

5.2 Penelitian Lanjutan

Dengan berbagai macam pertimbangan, saran dan perbaikan pada perancangan berikutnya perlu dilakukan untuk memperoleh perancangan sistem mekanik robot dua kaki yang lebih baik. Berikut merupakan saran dan perbaikan yang perlu dilakukan:

1. Material yang digunakan plat alumunium yang memiliki kekuatan lebih jika dibandingkan dengan PCB.
2. Motor servo yang digunakan harus memiliki kualitas baik.
3. Perancangan sistem mekanik robot dua kaki dibuat dengan sederhana, supaya mudah saat dilakukan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Balza., Sunaryo, Musthofa., & Arif, Agus. (2008). *Simulator Lengan Robot Enam Derajat Kebebasan Menggunakan Opengl*.
- Eko Bono Suprijadi. 2003. *Robot Berkaki Empat Berotak Linux*. infolinux.web.id (Diakses 4/12/2009).
- Mambu, Grace A. (1995) Pemilihan *Printed Circuit Boards* (PCB) Yang Sesuai Dalam Rangkaian Elektronik.
- Malik, Moh. Ibnu. (2005). *Membuat Robot dengan mikrokontroler PIC16F84*. Yogyakarta: Gaya media.
- Marzuki, I. (2007, Desember 13). ROBOT.
- Pitowarno, Endra.(2006) ROBOTIKA : *Desain, Kontrol dan Kecerdasan*.
- Putra, T.S. (2008). Perancangan *Robot Dua Kaki dengan Tiga Derajat Kebebasan*. Skripsi. tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Putro, M.S. (2010). Rancangan *Bangun Robot Cerdas Semut Menggunakan Mikrokontroler AVR Atmega 16 Untuk Menentukan Lintasan Terpendek*. Skripsi. Teknik Elektro Univesitas Sam Ratulangi Manado.
- Soma, H.A. (2008). *Mahir Menggunakan AutoCAD 2D*.
- Tjen,A., & Halim, F.A (2007). *Perancangan Robot Humanoid dengan Kemampuan Pergerakan Autonomous Mengikuti Objek*, UPH, Lippo Karawaci, Tangerang, Indonesia

