

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Kabel Suspensi

Sistem kabel suspensi atau yang biasa disebut *Cable Driven Parallel Robots* (CDPRs) adalah kelas robot paralel di mana konstruksinya diganti oleh kabel. "Robot paralel yang digerakkan oleh kabel diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu sistem dengan beban ringan dan sistem yang dibatasi karena mempunyai beban berlebihan. Adapun robot kabel yang memiliki beban ringan, gaya gravitasi sangat diperlukan supaya mendapatkan kekuatan eksternal yang konstan. Sementara robot kabel yang dibatasi yang mempunyai beban berlebihan dapat mengendalikan semua gerakan hanya dengan kekuatan kabel [1]. Robot yang tergantung kabel menawarkan banyak keuntungan. Manfaat utama dari sistem robot kabel ini adalah ukuran ruang kerja yang besar, yang menjadikannya sangat cocok untuk penyiaran, pengangkutan dan pemuatan. menjadi mudah untuk mengkonfigurasi ulang dan menerapkan, gerakan kecepatan tinggi, rasio *payload* terhadap berat yang tinggi dan memiliki akurasi yang baik. Karena kabel hanya dapat menarik dan tidak mendorong [2].

Penelitian tentang CDPR berasal dari Amerika pada tahun 1984. Sebuah manipulator paralel yang dikendalikan oleh kabel dirancang untuk operasi bawah air. Pada tahun 1989, proyek RoboCrane dimulai di Amerika oleh the *National Institute of Standards and Technology* (NIST) yang menitikberatkan penelitian terhadap penggunaan yang luas terutama dalam pemrosesan mesin, penanganan kargo pelabuhan, konstruksi jembatan, pengelasan jembatan dan area lainnya [3].

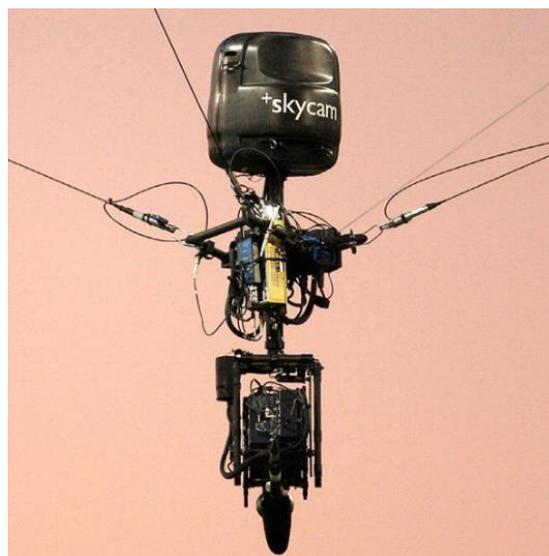
Dalam beberapa dekade terakhir, penelitian tentang CDPR mendapatkan perhatian luas dan sangat termotivasi oleh permintaan teknik modern untuk kapasitas dan ruang kerja yang besar. CDPR telah semakin banyak diterapkan dalam tugas-tugas yang relevan, seperti konstruksi, sistem penyelamatan, rehabilitasi, dan bahkan percetakan tiga dimensi [3].

2.2 Aplikasi penggunaan sistem kontrol kabel suspensi

Sistem Kontrol KabelSuspensi telah banyak diaplikasikan sesuai kebutuhan yang dikehendaki, salah satunya adalah sebagai berikut.

2.2.1 Sky Cam

Pada akhir 1980-an, *August Design Company* mengembangkan sistem perekam video bernama *SkyCam* dengan 4 kabel dan kecepatan maksimum hingga 44,8 km / jam yang banyak digunakan untuk siaran langsung dalam skala besar, terutama untuk fotografi pelacakan kecepatan tinggi [4]. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem perekam video SkyCam [4]

2.2.2 Telescope Radio FAST

Universitas Xidian mengusulkan struktur baru yang digerakkan oleh kabel untuk sistem pendukung dalam teleskop radio berbentuk bulat aperture 500 m pada tahun 1999 di Cina, digunakan untuk memindahkan kabin teleskop radio bulat yang besar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 Perancangan mekanik dan elektronik yang terintegrasi, serta teknologi kontrol kooperatif menjadikan FAST salah satu aplikasi CDPR paling sukses, yang terletak di barat daya Cina [5].



Gambar 2.2 *Teleskop Radio* [5]

2.2.3 Crane

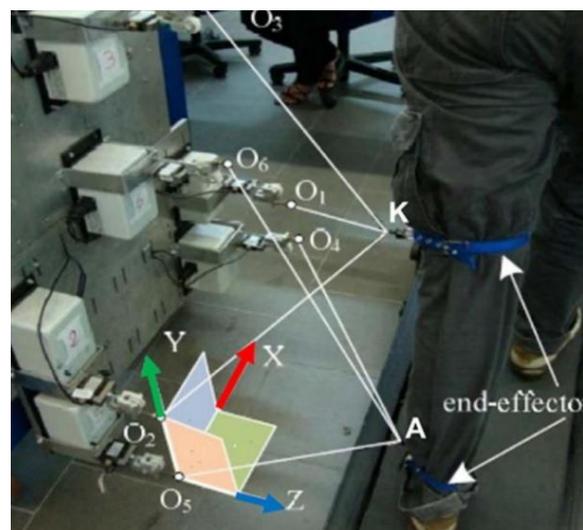
Sistem CDPR yang terdiri dari beberapa *mobile crane* yang dirancang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Masalah-masalah kerja sama dalam pengangkatan beban dipertimbangkan dan dianalisis, termasuk lokalisasi beberapa *mobile crane*, penghindaran hambatan dan kontrol orientasi adaptif terhadap muatan [6].



Gambar 2.3 Sistem CDPR dari beberapa crane [3]

2.2.4 Cassino Tracking System

Mempresentasikan karakterisasi eksperimental dari biomekanik cara gaya berjalan manusia dengan menggunakan sistem CDPR yang bernama *Cassino tracking system*, merupakan sistem yang dapat dioperasikan dengan biaya rendah yang digunakan sebagai alat penilaian untuk diagnosis dan prosedur rehabilitasi dalam aplikasi klinis tertentu [3], seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Cassino Tracking System [3]

2.2.5 Cable Driven Arm Ekoskeleton

Sistem CDPRs yang diberi nama *exoskeleton* yang digerakkan oleh kabel untuk rehabilitasi saraf lengan atas yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. *Exoskeleton* rehabilitasi lengan neural dapat memberikan pengalaman pelatihan yang lebih alami yang digerakkan oleh CDPR multi-tahap daripada menggunakan sistem yang sudah ada yang biasanya lebih kaku [3].



Gambar 2.5 Arm Exoskeleton [3]

2.3 Motor Stepper

Motor stepper adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkannya diperlukan pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya antara lain adalah [7].

- a. Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.

- b. Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
- c. Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
- d. Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran)
- e. Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
- f. Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
- g. Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

2.3.1 Prinsip Kerja Motor Stepper

Motor stepper merupakan perangkat pengendali yang mengkonversikan bit-bit masukan menjadi posisi rotor. Bit-bit tersebut berasal dari terminal-terminal input yang ada pada motor stepper yang menjadi kutub-kutub magnet dalam motor. Bila salah satu terminal diberi sumber tegangan, terminal tersebut akan mengaktifkan kutub di dalam magnet sebagai kutub utara dan kutub yang tidak diberi tegangan sebagai kutub selatan. Dengan terdapatnya dua kutub di dalam motor ini, rotor di dalam motor yang memiliki kutub magnet permanen akan mengarah sesuai dengan kutub-kutub input. Kutub utara rotor akan mengarah ke kutub selatan stator sedangkan kutub selatan rotor akan mengarah ke kutub utara stator [8].

Prinsip kerja motor stepper mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Bila motor DC memiliki magnet tetap pada stator, motor stepper mempunyai magnet tetap pada rotor.

Adapun spesifikasi dari motor stepper adalah banyaknya fasa, besarnya nilai derajat per step, besarnya volt tegangan catu untuk setiap lilitan, dan besarnya arus yang dibutuhkan untuk setiap lilitan. Motor stepper tidak dapat bergerak sendiri secara kontinyu, tetapi bergerak secara diskrit per-step sesuai dengan spesifikasinya. Untuk bergerak dari satu step ke step berikutnya diperlukan waktu dan menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah [8].

2.3.2 Karakteristik Motor Stepper

Tegangan, Tiap motor stepper mempunyai tegangan rata-rata yang tertulis pada tiap unitnya atau tercantum pada datasheet masing-masing motor stepper. Tegangan rata-rata ini harus diperhatikan dengan seksama karena bila melebihi dari tegangan rata-rata ini akan menimbulkan panas yang menyebabkan kinerja putarannya tidak maksimal atau bahkan motor stepper akan rusak dengan sendirinya [9].

Resistansi, Resistansi per lilitan adalah karakteristik yang lain dari motor stepper. Resistansi ini akan menentukan arus yang mengalir, selain itu juga akan mempengaruhi torsi dan kecepatan maksimum dan motor stepper [9].

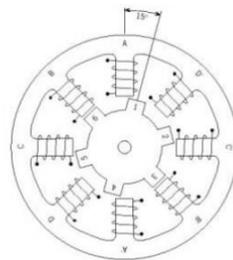
Derajat per step, Besarnya derajat putaran per step adalah parameter terpenting dalam pemilihan motor stepper karena akan menentukan ukuran langkah gerakan yang paling kecil (resolusi). Tiap-tiap motor stepper mempunyai spesifikasi masing-masing, antara lain 0.72° per step, 1.8° per step, 3.6° per step, 7.5° per step, 15° per step, dan bahkan ada yang 90° per step. Dalam pengoperasiannya kita dapat menggunakan 2 prinsip yaitu full step atau half step. Dengan full step berarti motor stepper berputar sesuai dengan spesifikasi derajat

per stepnya, sedangkan half step berarti motor stepper berputar setengah derajat per step dari spesifikasi motor stepper tersebut [9].

2.3.3 Jenis-jenis Motor Stepper

motor stepper, maka motor stepper dapat dikategorikan dalam 5 jenis sebagai berikut :

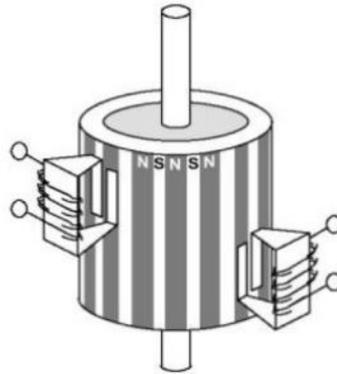
1. **Motor Stepper Variable Reluctance (VR)**, Motor ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus DC, kutub-kutubnya menjadi termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub-kutub stator. Gambar 2.6 adalah penampang melintang dari motor stepper tipe variable reluctance (VR) [10].



Gambar 2.6 *Motor Stepper tipe VR* [10]

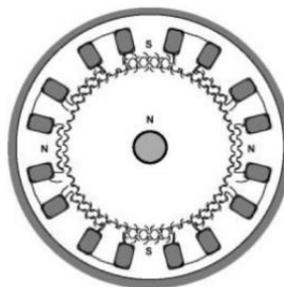
2. **Motor Stepper Permanent Magnet (PM)**, Motor stepper jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar (tin can) yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselang-seling dengan kutub yang berlawanan. Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (step) yang rendah yaitu antara 7,50 hingga 150 per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap putarannya.

Gambar 2.7 adalah ilustrasi sederhana dari motor stepper tipe permanent magnet [10].



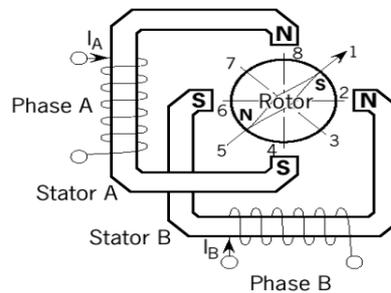
Gambar 2.7 Motor Stepper tipe PM [10]

3. **Motor Stepper Hybrid (HB)**, Motor stepper tipe hibrid memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor stepper sebelumnya. Motor stepper tipe hibrid memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe PM. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe hibrid dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara $3,6^{\circ}$ hingga $0,9^{\circ}$ per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya. Gambar 2.8 adalah penampang melintang dari motor stepper tipe hibrid [10].



Gambar 2.8 Motor Stepper tipe Hybrid [10]

4. **Motor Stepper Unipolar**, Rangkaian pengendali motor stepper unipolar lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu switch / transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (ground) pada salah satu terminal lilitan (wound) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan (VM) pada bagian tengah (center tap) dari lilitan seperti pada gambar 2.9 [10].



Gambar 2.9 Motor Stepper dengan Lilitan Unipolar [10]

5. **Motor Stepper Bipolar**, Untuk motor stepper dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya. Karena itu dibutuhkan rangkaian pengendali yang agak lebih kompleks daripada rangkaian pengendali untuk motor unipolar. Motor stepper bipolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor stepper unipolar dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama [10].

2.4 Driver Motor

Driver motor adalah komponen elektronika yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor Stepper. dimana Microcontroller sendiri tidak dapat

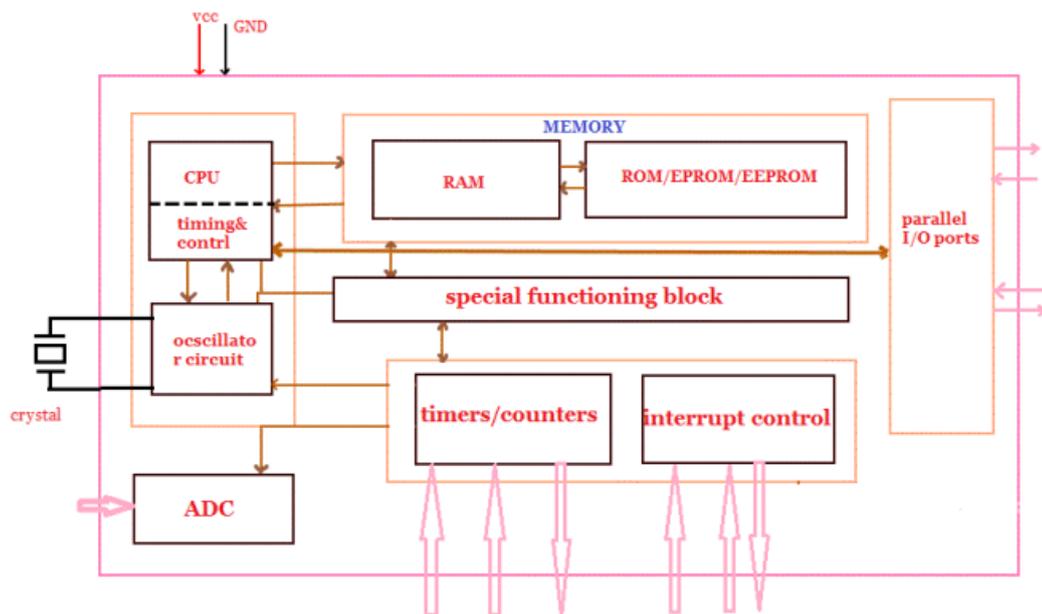
mengendalikan sistem gerak motor secara langsung, hal ini disebabkan keterbatasan catu daya yang dihasilkan oleh pin dari microcontroller. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah komponen elektronik yang dapat menanggulangi permasalahan tersebut, dimana kecepatan dan arah putaran motor dc dapat diatur oleh microcontroller. Rangkaian ini pada dasarnya hanya merupakan rangkaian switching arus yang mengalir lilitan pada motor stepper. Urutan pemberian data pada motor stepper ini dapat mengontrol arah putaran dari motor stepper ini. Penambahan kecepatan pada motor stepper dapat dilakukan dengan cara meningkatkan frekuensi pemberian data pada rangkaian switching arus. Rangkaian kontrol motor stepper ini nantinya terhubung langsung dengan lilitan pada motor, rangkaian power suplai, dan rangkaian yang dikontrol secara digital yang pada akhirnya menentukan kapan lilitan yang diinginkan dalam kondisi off atau on [11]. Selain hanya menggunakan transistor switching, saat ini sudah tersedia driver motor yang memang diperuntukkan bagi motor stepper, salah satunya adalah driver A4988 dimana komponen ini biasanya digunakan pada motor stepper tipe bipolar, walaupun demikian tidak menutup kemungkinan digunakan pada motor stepper tipe yang lain.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan masukan dan keluaran. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca

dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler.

Mikrokontroler walaupun juga dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan, tetapi dalam aplikasi biasanya hanya dipakai untuk dimanfaatkan dalam satu tujuan. Mikrokontroler dapat dikatakan sebagai *chip* komputer yang sebenarnya, karena didalam 1 *chip* sudah terdapat ROM, RAM, *port* paralel, *port* serial, *counter* dan *timer*. Diagram blok mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Blok Diagram Mikrokontroler

Penjelasan singkat mengenai blok diagram microcontroller pada gambar 2.10 diatas adalah sebagai berikut:

- a. CPU (Central Processing Unit) CPU adalah otak dari sebuah microcontroller. CPU bertugas untuk mengambil setiap intruksi dalam bentuk kode dan melakukan decode (menterjemahkan intruksi) ke dalam bahasa mesin untuk selanjutnya dilakukan eksekusi. CPU juga bertugas untuk menghubungkan setiap bagian dari microcontroller ke dalam sebuah sistem.
- b. Memory Fungsi dari sebuah memory adalah menyimpan setiap intruksi dan data dari sebuah program. Microcontroller biasanya memiliki sejumlah memori seperti RAM, ROM/EPROM/EEPROM dan flash memory
- c. Parallel Input/Output Ports Parallel input/output ports digunakan untuk melakukan interface dengan perangkat lain yang dibutuhkan untuk keperluan sebuah sistem seperti LED, LCD, motor servo, fingerprint module dan lain-lain.
- d. Serial Ports Serial port digunakan untuk keperluan berbagai interface serial antara mikrokontroler dan perangkat lain seperti halnya parallel port.
- e. Timers / Counters Timers / counters merupakan salah satu fungsi yang sangat berguna dari mikrokontroler. Mikrokontroler memiliki lebih dari satu timer dan counter. Operasi utama dari timer dan counter adalah melakukan clock function , modulasi, pulse generations, pengukuran frekuensi, membuat osilasi, dan lain-lain.
- f. ADC (Analog to Digital Converter) ADC berfungsi untuk mengkonversi sinyal analog menjadi digital. Konversi ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan output berupa sinyal digital, salah satu contohnya adalah pengukuran suhu yang hasilnya ditampilkan pada sebuah LCD.

- g. Interrupt Control Interrupt control digunakan untuk melakukan interupsi pada sebuah program ketika dieksekusi. Interrupt control memiliki dua jenis, yaitu interrupt control internal (memakai intruksi interupsi) dan interrupt control eksternal (memakai akses pin interupsi).
- h. Special Functioning Block Special functioning block merupakan bagian tambahan pada sebuah mikrokontroller untuk kebutuhan tertentu. Tidak semua mikrokontroller menggunakan special functioning block.

Salah satu *microcontroller* yang paling banyak digunakan pada jaman sekarang adalah arduino. Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik yang bersifat *open-source* berbasis papan/*board* mikrokontroler sederhana. Hardwarenya menggunakan prosesor atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri yaitu C++ arduino.

2.5.1 Arduino

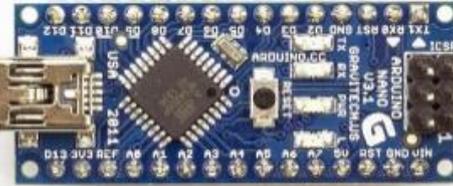
Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) Arduino. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain [12].

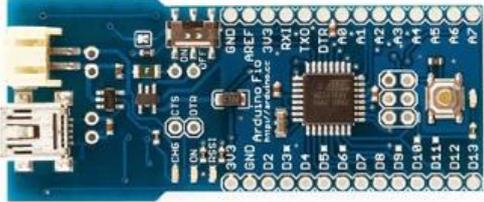
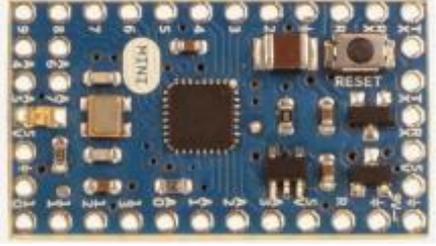
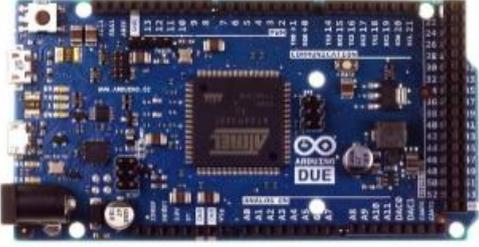
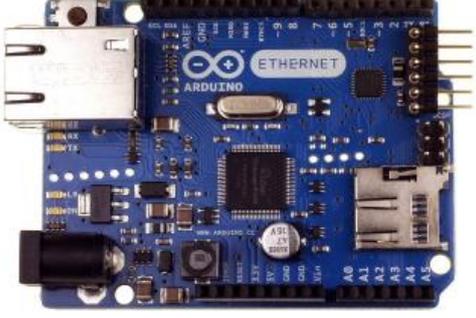
- a. Murah , Sederhana dan mudah pemrogramannya
- b. Perangkat lunaknya dan Perangkat keras Open Source

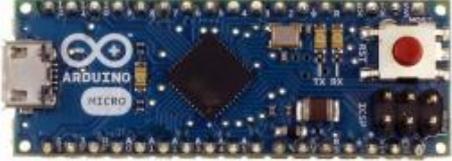
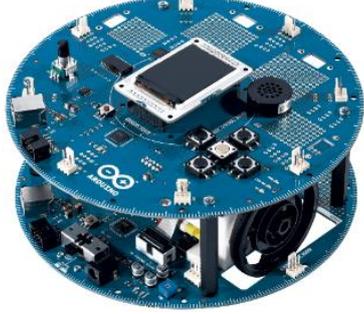
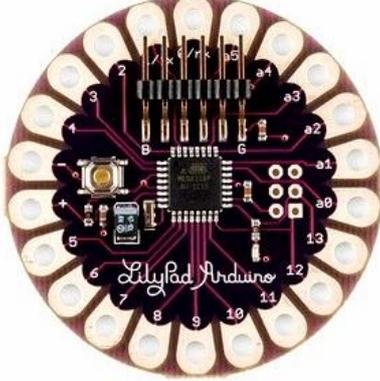
2.5.2 Jenis-jenis Arduino

Seperti Microcontroller yang banyak jenisnya, Arduino lahir dan berkembang, kemudian muncul dengan berbagai jenis. Tabel 2.1 adalah beberapa jenis arduino.

Tabel 2.1 Jenis – jenis Arduino [13]

Nama dan Penjelasan	Gambar
<p>Arduino Uno, Menggunakan ATMEGA328, memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin input analog. Untuk pemrograman menggunakan koneksi USB type A to To type B.</p>	 <p>The image shows an Arduino Uno board, which is a blue printed circuit board (PCB) with a USB Type-B connector on the left side. It features a central ATMEGA328P microcontroller chip, a USB-to-UART bridge chip (FT232RL), and various other components like capacitors and resistors. The board has a standard 25-pin D-sub connector on the right side.</p>
<p>Arduino Nano, Pemograman lewat Micro USB. 14 Pin I/O Digital, dan 8 Pin input Analog. Menggunakan ATMEGA168, atau ATMEGA328.</p>	 <p>The image shows an Arduino Nano board, which is a smaller, blue PCB. It features a Micro-USB connector on the left side and a 5-pin header on the right side. The board is populated with an ATMEGA168 or ATMEGA328P microcontroller, a USB-to-UART bridge chip, and other electronic components.</p>
<p>Arduino Mega, menggunakan USB type A to B untuk pemogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan Chip ATMEGA2560. Pin I/O Digital dan pin input Analognya lebih banyak dari Uno.</p>	 <p>The image shows an Arduino Mega board, which is a larger blue PCB. It features a USB Type-B connector on the left side and a 50-pin D-sub connector on the right side. The board is populated with an ATMEGA2560 microcontroller, a USB-to-UART bridge chip, and various other components.</p>

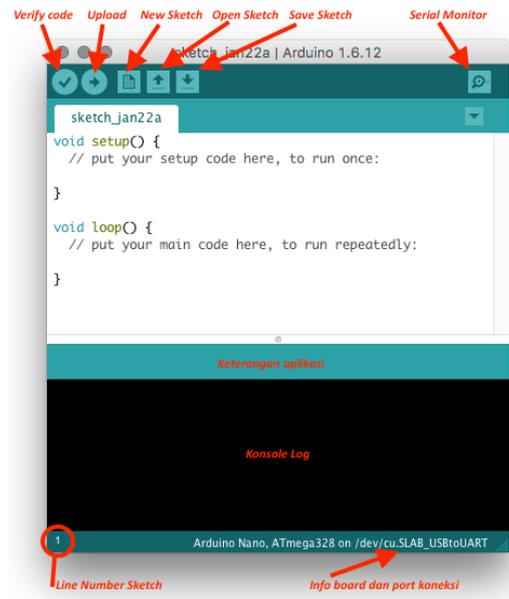
<p>Arduino Leonardo, Sama dengan UNO tetapi menggunakan Micro USB untuk pemrogramannya.</p>	
<p>Arduino Fio, jumlah pin I/O digital dan analog sama dengan uno dan leonardo, tapi Fio memiliki Socket Xbee yang memiliki fitur wireless.</p>	
<p>Arduino Mini, Fitur sama dengan Nano. tidak dilengkapi Micro USB untuk pemograman. ukurannya 30 mm x 18 mm saja.</p>	
<p>Arduino Due, Menggunakan chip yang lebih tinggi yaitu ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin input analog. pemogramannya menggunakan Micro USB,</p>	
<p>Arduino Ethernet, sudah dilengkapi dengan fasilitas ethernet. dapat berhubungan melalui jaringan LAN pada komputer. fasilitas Pin I/O Digital dan Input Analog sama dengan Uno.</p>	

<p>Arduino Micro, lebih panjang dari Nano dan Mini. memiliki 20 pin I/O digital dan 12 pin input analog.</p>	
<p>Arduino Robot, Arduino yang sudah berbentuk robot. Sudah dilengkapi dengan LCD, Speaker, Roda, Sensor Infrared, dan lainnya</p>	
<p>Arduino Esplora, Arduino yang dilengkapi dengan Joystick, button, dan sebagainya.</p>	
<p>Arduino LilyPad, menggunakan ATMEGA168,. Dengan 14 pin I/O digital, dan 6 pin input analognya.</p>	

2.5.3 Software Arduino

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang di gunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* Arduino. Arduino IDE ini berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-upload ke board Arduino. Kode program yang digunakan

pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “sketch” atau disebut juga source code arduino, dengan ekstensi file source code.ino [14]. gambar 2.11 adalah tampilan utama dari arduino IDE.



Gambar 2.11 Tampilan Utama Arduino IDE [14]

Penjelasang singkat dari gambar 2.11.

- a. **Verify** pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah Compile. Sebelum aplikasi di-upload ke board Arduino, biasanya untuk memverifikasi terlebih dahulu sketch yang dibuat. Jika ada kesalahan pada sketch, nanti akan muncul error. Proses Verify / Compile mengubah sketch ke binary code untuk di-upload ke mikrokontroller.
- b. **Upload** tombol ini berfungsi untuk mengupload sketch ke board Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol verify, maka sketch akan di-compile, kemudian langsung diupload ke board. Berbeda dengan tombol verify yang hanya berfungsi untuk memverifikasi source code saja.
- c. **New Sketch** Membuka window dan membuat sketch baru.

- d. **Open Sketch** Membuka sketch yang sudah pernah dibuat. Sketch yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file .ino
- e. **Save Sketch** menyimpan sketch, tapi tidak disertai dengan mengkompile.
- f. **Serial Monitor** Membuka interface untuk komunikasi serial, nanti akan kita diskusikan lebih lanjut pada bagian selanjutnya.
- g. **Keterangan Aplikasi** pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal *Compiling* dan *Done Uploading* ketika kita mengcompile dan mengupload sketch ke board Arduino
- h. **Konsol log** Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang sketch akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada sketch yang kita buat, maka informasi error dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
- i. **Baris Sketch** bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada sketch.
- j. **Informasi Board dan Port** Bagian ini menginformasikan port yang dipakai oleh board Arduino.

2.6 Komunikasi Data

Komunikasi berasal dari bahasa inggris "*Communication*", secara etimologi berasal dari bahasa latin yaitu "*Communis*" yang memiliki arti yaitu "*berbagi*" atau "menjadi milik bersama", komunikasi berarti suatu proses pembangunan saling pengertian dan menciptakan dan menggunakan informasi agar terhubung satu sama lain. Data berasal dari kata "*datum*" yang berarti materi atau kumpulan fakta yang di pakai untuk keperluan suatu analisa. Komunikasi adalah pertukaran data antara dua perangkat melalui media transmisi tertentu, contohnya

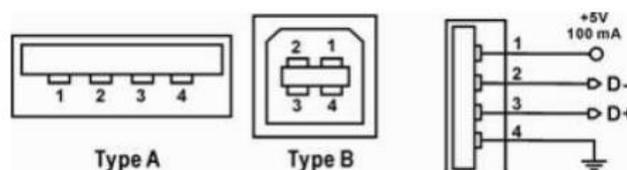
kabel. Untuk data yang menggunakan komputer pengiriman data menggunakan sistem transmisi elektronik biasanya disebut dengan istilah komunikasi data. Komunikasi data adalah sebuah proses pengiriman dan penerimaan data informasi dari dua atau lebih device device seperti komputer atau laptop atau printer dan alat komunikasi lainnya [15].

2.6.1 Komunikasi Serial Universal Serial Bus (USB)

Universal Serial Bus (USB) adalah perangkat yang digunakan sebagai perangkat penghubung antara piranti hardware dengan komputer. Perkembangan perangkat USB saat ini sudah ada 3 versi. Setiap versi memiliki kecepatan transfer yang berbeda-beda, yang bertujuan untuk meningkatkan efisien waktu pengiriman datanya. Untuk konektor USB ada 2 jenis konektor yaitu konektor tipe A dan konektor tipe B, gambar 2.12 menjelaskan dua jenis konektor USB dan tabel 2.2 menjelaskan konfigurasi dari konektor USB.

Tabel 2.2 konfigurasi Konektor USB

PIN	Nama	Warna Kabel	keterangan
1	Vbus	Merah	5V Dc
2	Data	Putih	Data -
3	Data	Hijau	Data +
4	Ground	Hitam	Ground



Gambar 2.12 Konektor USB tipe A dan B

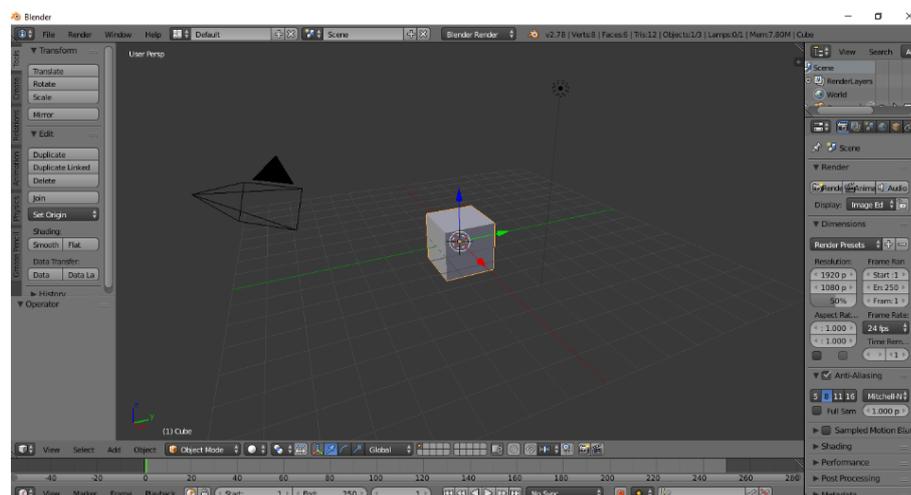
2.6.2 Bluetooth

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi wireless (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical) dengan menggunakan sebuah frequency hopping tranceiver yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real-time antara host-host bluetooth dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter). Bluetooth sendiri dapat berupa card yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan card yang digunakan untuk wireless local area network (WLAN) dimana menggunakan frekuensi radio standar IEEE 802.11, hanya saja pada bluetooth mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan transfer data yang lebih rendah [16].

Pada dasarnya bluetooth diciptakan bukan hanya untuk menggantikan atau menghilangkan penggunaan kabel didalam melakukan pertukaran informasi, tetapi juga mampu menawarkan fitur yang baik untuk teknologi mobile wireless dengan biaya yang relatif rendah, konsumsi daya yang rendah, interoperability yang menjanjikan, mudah dalam pengoperasian dan mampu menyediakan layanan yang bermacam-macam. Untuk memberi gambaran yang lebih jelas mengenai teknologi bluetooth yang relatif baru ini kepada pembaca, berikut diuraikan tentang sejarah munculnya bluetooth dan perkembangannya, teknologi yang digunakan pada sistem bluetooth dan aspek layanan yang mampu disediakan, serta sedikit uraian tentang perbandingan metode modulasi spread spectrum FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) yang digunakan oleh bluetooth dibandingkan dengan metode spread spectrum DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) [16].

2.7 Blender (3D Software)

Blender adalah produk profesional gratis dan perangkat lunak komputer open-source 3D grafis yang digunakan untuk membuat film animasi, efek visual, seni, 3D model, aplikasi 3D interaktif dan video game. Fitur Blender termasuk 3D modeling. Penggunaan software ini bertujuan untuk membuat desain roll dan penyangga benang sehingga bisa disimpan dalam format stl untuk bisa dilakukan proses printing. tampilan layar utama dari software ini pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Tampilan Layar Utama

2.8 Android

Android merupakan sistem operasi pada smartphone yang saat ini dan menyesuaikan spesifikasi kelas pada perangkat smartphone tertentu. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri yang akan digunakan untuk bermacam peranti bergerak. Pada saat ini sistem operasi android menjadi sistem yang terlaris dan paling banyak digunakan sebagai sistem operasi pada perangkat smartphone.

1.8.1 Kelebihan Android

1. Penggunaan yang didesain mudah pada fitur-fitur aplikasi, serta tidak sulit untuk dipahami.
2. Android dapat juga dikatakan sistem operasi berbasis Linux yang open source. Dengan begitu akan memberikan peluang besar untuk para developer membuat dan mengembangkan aplikasi-aplikasi yang bagus dan canggih.
3. Sistem operasi Android bersifat multitasking, yang berguna untuk menjalankan berbagai aplikasi secara mudah, serta dapat menelusuri aplikasi Android yang diinginkan.
4. Aplikasi untuk sistem Android dikembangkan secara up to date, sehingga setiap waktu akan muncul berbagai program dengan teknologi baru yang luar biasa fitur fiturnya.
5. Widget yang ada di homescreen bisa diakses dengan berbagai setting, cepat dan juga mudah

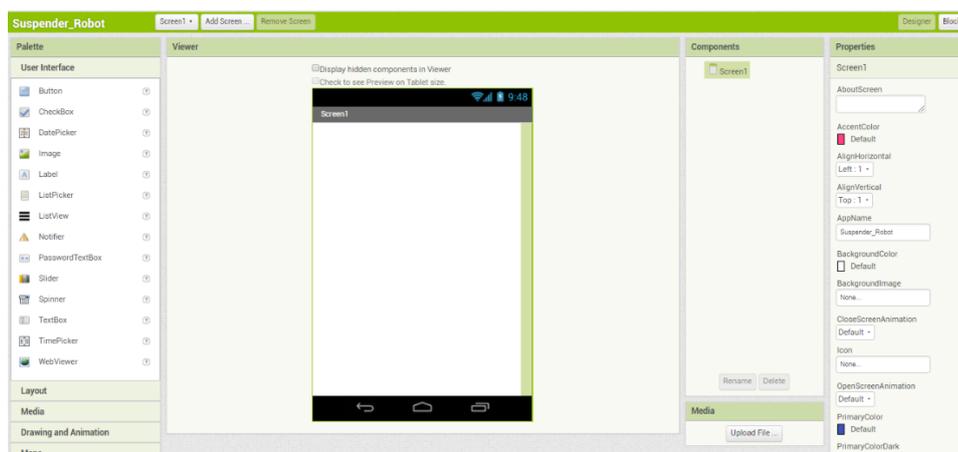
1.8.2 Kelemahan Android

1. Rentan terhadap serangan virus.
2. Sistem operasi Android menuntut pengguna untuk harus memiliki koneksi internet dalam keadaan aktif. Seperti minimalnya perlu koneksi internet GPRS, hal ini agar perangkat siap untuk online sesuai dengan kebutuhan pengguna.
3. Terdapat banyak iklan pada program yang disediakan.
4. Baterai pada smartphone dengan sistem Android akan sangat boros dibandingkan OS lainnya, hal tersebut disebabkan dengan banyaknya

proses yang berjalan secara background yang membuat energi baterai menjadi cepat habis.

2.9 MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah aplikasi web untuk membuat sebuah aplikasi perangkat lunak berbasis android yang awalnya dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT) . Aplikasi ini bersifat terbuka dan mempunyai proses pembuatan yang cukup mudah bagi pemula yang ingin mencoba untuk membuat suatu aplikasi android dasar yang sistemnya drag and set, gambar 2.14 adalah tampilan pembuatan layar pada MIT App Inventor.



Gambar 2.14 Tampilan screen utama MIT App Inventor

