BAB II
DASAR TEORI

2.1 Pendahuluan

Benda yang ada di alam semesta ini, tidak lepas dari pergerakan masing-masing benda. Dari pergerakan benda tersebut, dapat terlihat hubungan antara gerak benda dengan penyebab benda tersebut bergerak. Gerak dari suatu benda dipelajari dalam ilmu fisika yaitu kinematika dan dinamika.

Kinematika mempelajari gerak benda, tanpa harus mengetahui penyebab dari benda bergerak. Jadi, di dalam kinematika kita menyelidiki letak benda sebagai fungsi waktu, yaitu dengan mencatat letak benda pada setiap selang waktu.

Sedangkan dinamika mempelajari pergerakan benda dan penyebab benda tersebut bergerak. Dari hubungan gerak benda tersebut, kita dapat mengetahui berapa cepat benda tersebut bergerak dan bagaimana kecepatannya berubah terhadap waktu [1].

2.2 Hukum Newton

Sir Isaac Newton (1642-1727) menerbitkan sebuah paper yang monumental, bahkan menjadi sebuah buku dasar yang melandasi seluruh teori tentang gerak benda. Pada dasarnya paper berjudul *"Philosphie Naturalis Principia Matematica"* yang dikenal dengan *"Principia"* itu menyatakan tiga pokok pernyataan, yang dikenal dengan tiga Hukum Newton. Tiga hukum inilah yang menjadi landasan ilmu Mekanika klasik hingga saat ini [3].

Mekanika klasik atau Mekanika Newton adalah teori tentang gerak yang didasarkan pada konsep massa dan gaya, dan hukum-hukum yang menghubungkan konsep-konsep fisis ini dengan besaran kinematika seperti perpindahan, kecepatan, dan percepatan. Semua gejala dalam mekanika klasik dapat digambarkan dengan menggunakan hanya tiga hukum sederhana yang dinamakan Hukum Newton tentang gerak. Hukum Newton menghubungkan percepatan sebuah benda dengan massanya, dan gaya-gaya yang bekerja padanya.

Versi modern Hukum Newton adalah sebagai berikut :

Hukum ke-1 :

Sebuah benda tetap pada keadaan awalnya yang diam atau bergerak dengan kecepatan sama, kecuali ia dipengaruhi oleh suatu gaya tidak seimbang, atau gaya eksternal neto. (Gaya neto yang bekerja pada sebuah benda, juga dinamakan gaya resultan yaitu jumlah vektor semua gaya yang bekerja padanya) :

$$\boldsymbol{Fneto} = \boldsymbol{\Sigma F} \ldots\ldots (2.1)$$

Hukum ke-2 :

Percepatan sebuah benda berbanding terbalik dengan massanya, dan sebanding dengan gaya eksternal neto yang bekerja padanya :

$$\boldsymbol{a} = \frac{\boldsymbol{Fneto}}{\boldsymbol{m}} \text{ atau } \boldsymbol{Fneto} = \boldsymbol{m}.\boldsymbol{a} \ldots\ldots (2.2)$$

Hukum ke-3 :

Gaya-gaya selalu terjadi berpasangan. Jika benda A memberikan gaya pada benda B, gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan diberikan oleh benda B pada benda A [1].

2.2.1 Hukum ke-1 Newton

Hukum pertama Newton menyatakan bahwa, sebuah benda dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan akan tetap diam atau akan terus bergerak dengan kecepatan konstan kecuali ada gaya eksternal yang bekerja pada benda itu. Kecendrungan ini digambarkan dengan mengatakan bahwa benda mempunyai kelembaman. Hukum pertama Newton tidak membuat perbedaan antara benda diam dan bergerak yang bergerak dengan kecepatan konstan [1].

Agar benda dapat bergerak, maka pada benda harus terus menerus dilakukan pengaruh luar atau gaya. Orang dahulu berpikir keadaan alamiah suatu benda adalah keadaan diam. Agar sebuah benda bergerak pada garis lurus dengan kecepatan tetap, mereka percaya bahwa sesuatu diluar benda harus tetap menggerakkannya. Jika tidak, benda tersebut akan kembali pada keadaan aslinya yaitu diam.

Galileo Galilei (1564-1642), mencoba memikirkan lebih jauh dan mempergunakan eksperimen untuk menentukan kebenaran akan teori diatas. Dari pengalaman, kita tahu bahwa jika permukaan dimana benda bergerak dibuat semakin licin, maka perlambatan benda akan berkurang. Dengan dorongan yang sama, benda akan lebih lama bergerak jika permukaannya lebih licin. Galileo menyatakan bahwa untuk mengubah kecepatan suatu benda diperlukan suatu gaya luar, akan tetapi untuk mempertahankan kecepatan pada suatu nilai (dan arah) tertentu tidaklah diperlukan gaya luar. Prinsip ini kemudian diambil oleh Isaac Newton sebagai suatu hukum, dan kemudian dikenal sebagai Hukum I Newton [5].

2.2.2 Hukum ke-2 Newton

Hukum pertama dan kedua Newton dapat dianggap sebagai definisi gaya. Gaya adalah suatu pengaruh pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengubah kecepatannya atau dipercepat. Arah gaya adalah arah percepatannya yang disebabkan jika gaya itu adalah satu-satunya gaya yang bekerja pada benda tersebut. Besarnya gaya adalah hasil kali massa benda dan besarnya percepatan yang dihasilkan gaya. Massa adalah sifat intrinsik sebuah benda yang mengukur resistansinya terhadap percepatan.

Hukum kedua Newton menetapkan hubungan antara besaran dinamika gaya dan massa besaran kinematika percepatan, kecepatan, dan perpindahan [1]. Maka dari definisi tersebut, hukum kedua Newton ini merupakan teori dasar dari Tugas Akhir ini. Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan pemodelan dengan Pesawat *Atwood* yang bertujuan untuk memahami hukum Newton kedua tentang gerak.

2.3 Perpindahan, Kecepatan, dan Percepatan

2.3.1 Perpindahan

Benda berpindah tempat ketika mengalami pergerakan. Gerak yang berhubungan dengan perpindahan seluruh benda dari satu tempat ke tempat lain disebut translasi. Pada umumnya gerak suatu benda dapat dianggap sebagai campuran antara gerak translasi dan gerak rotasi.Di dalam kinematika kita menyelidiki gerak benda dengan menentukan letak atau posisi benda pada setiap saat [5].

2.3.2 Kecepatan

Dalam mengamati gerak sebuah benda, kita mencatat letak benda sebagai fungsi waktu. Kecepatan didefinisikan sebagai berapa cepat letak benda berubah. Dalam menyatakan laju perubahan benda, ada dua pengertian yaitu kecepatan rata-rata dan kecepatan sesaat.

Kecepatan rata-rata adalah sebuah besaran fisika yang menunjukan perpindahan posisi benda tiap selang waktu. Sedangkan, kecepatan sesaat didefinisikan sebagai kecepatan benda pada suatu saat [5].

2.3.3 Percepatan

Pada umumnya kecepatan benda berubah terus dengan waktu. Laju perubahan kecepatan suatu benda disebut percepatan. Sama halnya dengan kecepatan, kita dapat pergunakan pengertian percepatan rata-rata atau percepatan sesaat.

Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai perubahan kecepatan dibagi waktu yang dibutuhkan untuk merubah kecepatan itu dalam suatu selang waktu tertentu. Sedangkan, percepatan sesaat yaitu perubahan kecepatan pada saat posisi tertentu [5].

2.4 Gerak Lurus

Menurut bentuk lintasannya, gerak dibagi menjadi beberapa jenis seperti gerak melingkar, gerak parabola, dan gerak lurus. Dari ketiga jenis gerak tersebut, gerak lurus adalah gerak yang lintasannya paling sederhana. Sedangkan, gerak parabola dan gerak melingkar merupakan gabungan dari dua gerak lurus. Secara umum gerak lurus dibagi menjadi dua kategori, yaitu Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB) [3].

2.4.1 Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lurus beraturan artinya gerak benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap, sehingga nilai percepatannya nol. Karena kecepatannya tetap, maka :

$$\boldsymbol{a = \frac{dv}{dt}} \text{..... (2.3)}$$

Jika v konstan (tidak bergantung pada waktu), maka turunan terhadap waktunya nol :

$$\boldsymbol{a = \frac{dv}{dt} = 0} \text{..... (2.1)}$$

Hal ini menjadi ciri khusus dari GLB, yaitu bahwa a=0. Sebuah benda yang bergerak GLB akan memiliki jarak tempuh sama dengan selang waktu yang sama [3].

2.4.2 Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda yang lintasannya lurus, namun kecepatannya berubah secara beraturan. Maka, dalam GLBB terdapat faktor percepatan yang terlibat. Ada tiga persamaan penting dalam gerak lurus berubah beraturan, yaitu :

$$\boldsymbol{Vt = Vo + a.\Delta t} \text{..... 2.2}$$

$$\boldsymbol{s = Vot + \frac{1}{2}at^2} \text{..... 2.3.1}$$

$$\boldsymbol{V^2t = V^2o + 2as} \text{..... 2.3.2}$$

Benda bergerak dipercepat, kurvanya akan berbentuk parabolik dengan cekungan menghadap y positif. Untuk GLBB dengan kasus diperlambat, arah kemiringan bernilai negatif yang berarti kurva menurun menurut waktu.Selain jenis gerak GLBB dipercepat dan diperlambat, terdapat beberapa jenis lain dari GLBB.Beberapa jenis gerak tersebut yang merupakan sejenis GLBB adalah gerak jatuh bebas, gerak vertikal ke bawah, dan gerak vertikal ke atas [3].

2.5 Pesawat *Atwood*

Pesawat *Atwood* merupakan alat peraga Praktikum Fisika yang memodelkan gerak lurus dengan bantuan katrol dan beban. Nama Pesawat *Atwood* ditemukan oleh saintis berkebangsaan Inggris yaitu George *Atwood* (1746-1807). Pesawat *Atwood* terdiri atas dua buah beban dengan massa yang sama, dan dihubungkan dengan tali bermassa kecil. Tali dihubungkan dengan katrol bermassa kecil dan hampir bebas gesekan.Alat ini awalnya digunakan untuk mempelajari konsep gerak dan mengukur percepatan gravitasi bumi (g).

Percobaan fisika menggunakan Pesawat *Atwood*, gerak benda relatif lambat, gerak beban dipercepat, digunakan untuk memahami hukum Newton II tentang gerak. Percepatan sistem pada Pesawat *Atwood* bergantung pada dua peubah gaya (gaya F, dan massa M, dengan a = F/M). satu peubah dijaga dengan besaran tetap, sementara besaran lainnya besarnya diubah-ubah.

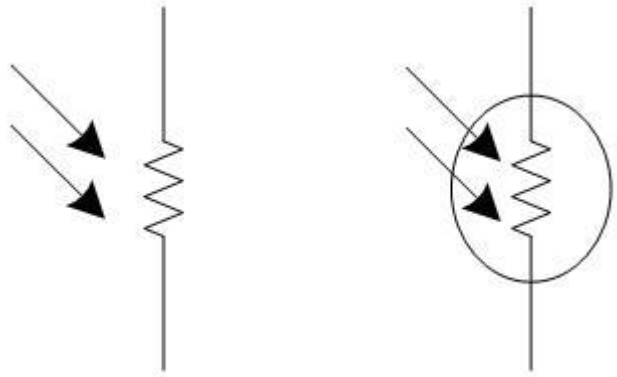
Dengan membuat berat yang tidak seimbang, beban akan bergerak dipercepat, satu beban bergerak ke atas dan satu beban yang diberi beban tambahan bergerak ke bawah. Resultan percepatan diukur dari data percobaan dan hasilnya dibandingkan dengan perhitungan menggunakan hukum Newton II tentang gerak.

2.6 Sensor dan Komparator

2.6.1 Light Dependen Resistor (LDR)

LDR yaitu resistor yang besar resistansinya bergantung terhadap intensitas cahaya yang menyelimuti permukaannya. LDR banyak dikenal juga dengan nama foto resistor, foto konduktor, sel foto konduktif, atau hanya sel foto.

Simbol rangkaian yang yang digunakan untuk LDR adalah penggabungan resistor dan penunjukan bahwa resistor tersebut sensitif terhadap cahaya. Berikut simbol dari LDR :



Gambar 2.1 Simbol LDR

2.6.2 Komparator

Komparator adalah komponen elektronik yang berfungsi membandingkan dua nilai kemudian memberikan hasilnya, mana yang lebih besar dan mana yang lebih kecil. Komparator dapat dibuat dari konfigurasi *open-loop* Op Amp. Jika kedua input pada Op Amp pada kondisi *open-loop*, maka Op Amp akan membandingkan kedua saluran input tersebut. Hasil komparasi dua tegangan pada saluran masukan akan menghasilkan tegangan saturasi positif (+Vsat) atau saturasi negatif (-Vsat).

Sebuah rangkaian komparator pada Op Amp akan membandingkan tegangan yang masuk pada satu saluran input dengan tegangan pada saluran input lain, yang disebut tegangan referensi. Tegangan output berupa tegangan *high* atau *low* sesuai dengan perbandingan Vin dan Vref.

Besar tegangan keluaran dari komparator tidak bersifat linier, secara proporsional terhadap besar tegangan input. Terdapat dua macam komparator, antara lain :

1. *Non-Inverting Comparator*

Pada *non-inverting comparator*, tegangan input dipasang pada saluran non-inverting (+) dan tegangan referensi pada saluran inverting (-). Pada rangkaian non-inverting komparator, jika Vin lebih besar dari Vref, maka tegangan output adalah +Vsat (mendekati tegangan +Vcc). Jika Vin lebih kecil dari Vref, maka tegangan output adalah –Vsat (mendekati tegangan –VEE).

2. *Inverting Comparator*

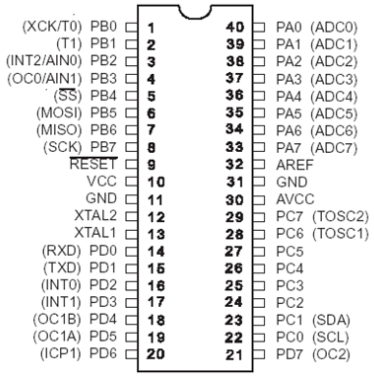
Pada *inverting comparator*, tegangan input (Vin) dihubungkan pada saluran inverting (-) dan tegangan referensi (Vref) pada saluran non-inverting (+). Tegangan referensi dapat menggunakan sumber catu daya tegangan konstan atau rangkaian pembagi tegangan.

Pada saat Vin lebih kecil dari Vref, tegangan output Vo adalah +Vsat (≈+VCC). Jika Vin lebih besar dari Vref, maka tegangan output adalah –Vsat (≈+VEE).

2.7 Mikrokontroler

Perkembangan dunia elektronika, khusunya dunia mikroelektronika sangat maju dan berkembang. Penemuan silikon, salah satunya telah menyebabkan bidang ini mampu memberikan sumbangan berharga bagi perkembangan teknologi modern. Perkembangan terakhir, yaitu generasi AVR *(Alf and Vegard's Risc Processor)*, para desainer sistem elektronika telah diberi suatu teknologi yang memiliki kapabilitas yang sangat maju, tetapi dengan biaya ekonomis yang cukup minimal.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8-bit, dimana seluruh interaksi dikemas dalam kode 16-bit, dan sebagian besar intruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu ATtiny, AT90Sxx, ATMega, dan AT86RFxx.



Gambar 2.2 ATMega8535

ATMEGA8535 merupakan bagian dari keluarga ATMega, yang mempunyai fasilitas yang lengkap, ATMega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu PortA, PortB, PortC, dan PortD.
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah timer/counter.
4. Port antarmuka SPL.
5. Port USART untuk komunikasi serial.

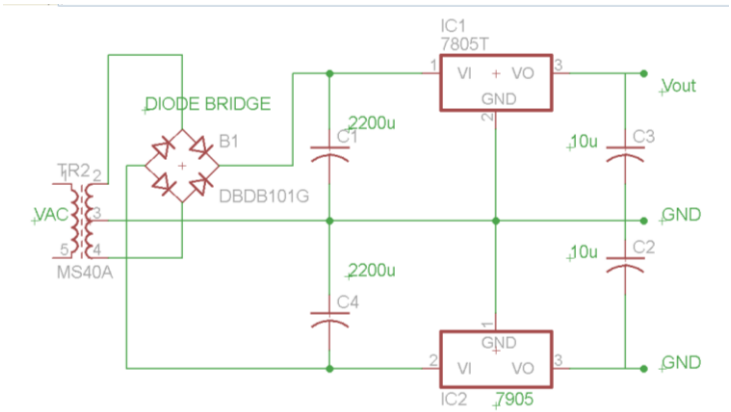
2.8 Regulator

Power supply merupakan pemberi sumber daya bagi perangkat elektronika. Perangkat elektronika seharusnya dicatu oleh power supply arus searah DC *(direct current)* yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup.

Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC *(alternating current)* dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

Untuk membuat catu daya yang teregulasi, dibutuhkan sebuah rangkaian penyearah. Rangkaian penyearah yang hanya menggunakan dioda penyearah masih memiliki sinyal AC sehingga belum searah seperti halnya tegangan DC pada baterai. Sinyal yang tidak diinginkan ini dinamakan *ripple*.

Ripple dapat diperkecil dengan menggunakan filter kapasitor. Semakin besar nilai kapasitor, maka akan semakin kecil nilai tegangan *ripple*. Untuk memperoleh suatu catu daya dengan nilai keluaran yang tetap, maka dapat digunakan sebuah IC regulator 78xx untuk catu daya positif dan IC regulator 79xx untuk catu daya negatif (xx adalah nilai tegangan yang dikeluarkan dari regulator).



Gambar 2.3 Rangkaian Catu Daya

2.9 Komunikasi Serial

Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data serial secara sinkron dan komunikasi data serial secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, clock dikirimkan bersama-sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, clock tidak dikirimkan bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara sendiri-sendiri baik pada sisi pengirim *(transmitter)* maupun pada sisi penerima *(receiver)*. Komunikasi data serial ini dikerjakan oleh UART *(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)*.

Pada UART, kecepatan pengiriman data *(baud rate)* dan *fase clock* pada sisi pengirim dan pada sisi penerima harus sinkron. Untuk itu diperlukan sinkronisasi antara pengirim dan penerima. Hal ini dilakukan oleh bit “start” dan bit “stop”.

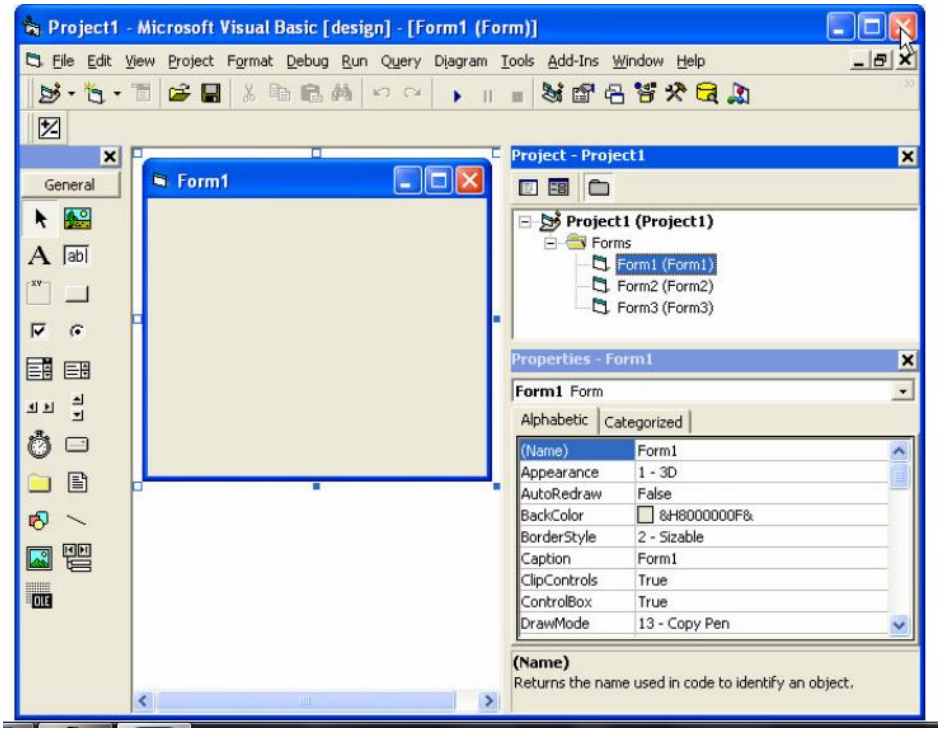
Ketika saluran transmisi dalam keadaan *idle*, output UART adalah dalam keadaan logika ‘1’. Ketika pengirim ingin mengirimkan data, output UART akan diset lebih dulu ke logika ‘0’ untuk waktu satu bit. Sinyal ini pada penerima akan dikenali sebagai sinyal ‘Start’ yang digunakan untuk mensinkronkan fase clocknya, sehingga sinkron dengan fase clock pengirim.

Kecepatan transmisi *(baud rate)* dapat dipilih bebas dalam rentang waktu tertentu. Baud rate yang umum dipakai adalah 110, 135, 150, 300, 600, 1200, 2400, dan 9600 (bit/detik). Dalam komunikasi serial, baud rate dari kedua alat yang berhubungan harus diatur pada kecepatan yang sama[6].

2.10 Visual Basic

Visual Basic merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari, dengan teknik pemrograman visual yang memungkinkan pengguna untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi.

Visual Basic dapat diaplikasikan untuk interface suatu aplikasi yang dibuat. Berikut tampilan lembar kerja dari Visual Basic :



Gambar 2.4 Visual Basic

Pemrograman database merupakan suatu bentuk pemrograman alternatif untuk pengolahan database. Dengan pemrograman database kita dapat mengatur tampilan dan alur kerja sebuah database dengan lebih baik.Visual Basic merupakan salah satu bahasa

pemrograman yang telah mendukung pemrograman database. Visual Basic dapat dihubungkan dengan program aplikasi pengolah data yang lain seperti Microsoft Access, MySQL, SQL Server dan sebagainya.

Alur kerja dari pemrograman database visual basic yaitu, program aplikasi database dengan Microsoft access, akan dikoneksikan dengan sebuah fungsi di visual basic (OLEDB). Setelah itu akan terhubung dengan konektor database dan komponen yang ada di visual basic.