

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

GSM	: <i>Global System for Mobile</i>
WSN	: <i>Wireles Sensor Network</i>
SMS	: <i>Short Message Service</i>
CPU	: <i>Central Processor Unit</i>
ADC	: <i>Analog-to-Digital Converter</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
Km/h	: <i>Kilometer per Hour</i>
RPM	: <i>Revolution per Minute</i>
SR	: Skala Richter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kereta api adalah salah satu transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh para penumpang untuk bepergian ke suatu tempat. Banyak kelebihan kereta api sebagai transportasi darat jika dibandingkan dengan transportasi darat lainnya, salah satunya adalah kereta api dapat menampung banyak orang, waktu tempuh ke suatu tempat sangat singkat dan ekonomis. Karena kelebihan inilah tidak heran jika kereta api paling banyak digunakan oleh para penumpang untuk bepergian ke suatu tempat. Semakin banyaknya pengguna jasa kereta api ini dan naiknya harga karcis, maka dibutuhkan peningkatan pelayanan bagi para pengguna jasa kereta api

Namun berbagai macam bencana alam sebagaimana yang kita ketahui sering terjadi di Indonesia. Bencana alam tersebut dapat berupa gempa bumi, banjir dan tanah longsor. Di antara kondisi alam yang mendukung terjadinya bencana disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, posisi negara Indonesia yang terletak pada jalur subduksi lempeng tektonik, terdapat banyak gunung berapi aktif, pola struktur geologi yang aktif dan kemungkinan interaksi akibat bencana alam serta ulah manusia sehingga dapat mengganggu proses perjalanan kereta api.

Berikut ini ada beberapa cara untuk menanggulangi masalah di atas, salah satunya membaca berita dahulu tentang kejadian hari ini sebelum keberangkatan kereta. Maka untuk melindungi kereta api yang sedang dalam perjalanan dari bencana alam perlu alat pengendalian atas pemberitahuan bencana alam dini, agar kereta api aman dan nyaman dalam perjalanan. Solusi untuk masalah di atas penulis ingin merancang suatu sistem pada kereta api menggunakan informasi dari peringatan dini bencana alam dengan pengontrolan kecepatan kereta.

Hasil perancangan dan pembuatan sistem ini diharapkan dapat membantu mengurangi dampak dari bencana alam pada kereta api dan menjadi masukan dalam perancangan pada kendaraan umum lainnya.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana.
2. Merancang algoritma untuk mengatur kecepatan kereta api saat terjadi sebuah bencana.
3. Merancang sistem komunikasi bencana pada kereta api.

1.3. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem pengendalian kereta api saat terjadi bencana alam pada jalur kereta api ?
2. Bagaimana menentukan kecepatan yang aman pada perjalanan kereta api dari setiap bencana ?
3. Berapa lama *delay* yang dibutuhkan sistem untuk memberi peringatan bencana ?

1.4. Batasan Masalah

Untuk batasan masalah agar tidak terjadi pelebaran, maka penulis membuatnya sebagai berikut :

1. Catu daya sistem tidak dibahas pada tugas akhir kali ini.
2. Nilai parameter pada setiap bencana dan kecepatan kereta api diasumsikan.
3. Dibuat hanya *prototype* yang menyederhanakan situasi di lapangan.
4. Hasil pengujian hanya menentukan kecepatan kereta api.
5. *Interface* pada lokomotif menggunakan serial monitor.

1.5. Metode Penelitian

Penulisan tugas akhir kali ini menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Untuk mengetahui dasar - dasar teori dan mempelajari materi yang berkaitan dengan tugas akhir kali ini.

2. Perancangan Alat dan Sistem

Melakukan perancangan terlebih dahulu pada alat dan sistem agar alat yang diinginkan sesuai dengan harapan dan dapat bekerja dengan baik.

3. Konsultasi dengan Dosen Pembimbing

Melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing untuk mencari kekurangan - kekurangan yang ada pada sistem yang dibuat.

4. Tahap Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah sistem yang telah dibuat dapat berjalan dengan baik sekaligus mencari-cari kesalahan yang ada pada sistem agar dapat diperbaiki.

5. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Metode ini termasuk ke dalam syarat yang harus dilampirkan pada saat pengajuan dan daftar sidang tugas akhir.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini ditujukan agar penulisan tugas akhir lebih tertata dan teratur, hal yang menjadi perhatian penulis adalah:

BAB I : Pendahuluan

Pada bab pertama ini penulis membahas latar belakang, tujuan dan manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, dan metodologi penelitian yang digunakan demi menunjang pembuatan tugas akhir, serta sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Bab ini menjelaskan mengenai berbagai teori dasar tentang GSM, *Encoder Counting*, mikrokontroler dan pemilihan konsep serta hal-hal yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi.

BAB III : Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan mengenai desain sistem juga perancangan alat secara *hardware* maupun *software*.

BAB IV : Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan hasil pengujian dan analisis dari sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan.

BAB V : Penutup

Merupakan akhir dari seluruh penulisan tugas akhir yang berupa kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut dari perancangan sistem.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Bencana dan Jenisnya

Pengertian bencana menurut Coburn A W bencana alam adalah suatu kejadian atau serangkaian kejadian yang mengakibatkan adanya korban atau kerusakan, kerugian harta benda, infrastruktur, pelayanan-pelayanan penting atau sarana kehidupan pada satu skala yang berada di luar kapasitas normal^[9].

Berikut ini jenis-jenis bencana alam :

2.1.1. Bencana Banjir

Bencana banjir merupakan bencana yang sering melanda Indonesia, curah hujan di atas normal dan adanya pasang naik air laut merupakan penyebab utama terjadi banjir. Selain itu faktor manusia juga berperan penting, seperti penggunaan lahan yang tidak tepat, pembuangan sampah ke dalam sungai, pembangunan pemukiman di daerah dataran banjir, dsb. Adapun banjir menjadi 3 kategori yaitu:

- Banjir (Genangan), merupakan banjir yang disebabkan adanya genangan yang berasal dari hujan lokal atau pada daerah itu sendiri.
- Banjir Bandang, merupakan banjir yang datang secara tiba-tiba yang disebabkan karena tersumbatnya aliran sungai, penggundulan hutan sehingga dapat merusak rumah-rumah penduduk dan menimbulkan korban jiwa.
- Banjir Rob, pada umumnya terjadi pada kota pantai yang permukaan tanahnya lebih rendah dari muka air pasang, sehingga terjadi naiknya permukaan laut.

Dampak yang dialami saat terjadi bencana banjir, yaitu ;

- Merusak sarana dan prasarana termasuk perumahan, gedung, jalur transportasi putus dan peralatan rumah tangga hilang/ rusak.

Parameter kedahsyatan yaitu, area yang terkena banjir (km²), kedalaman atau ketinggian banjir, kecepatan aliran, jumlah endapan lumpur dan lamanya genangan air ^[10].

2.1.2. Bencana Gempa Bumi

Gempa Bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempa bumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai kepermukaan^[10].

Parameter kedahsyatan gempa bumi yaitu;

- Waktu terjadinya gempa bumi (*Origin Time* - OT).
- Lokasi pusat gempa bumi (Episenter).
- Kedalaman pusat gempa bumi (*Depth*).
- Kekuatan gempa bumi (*Richter*, Momen Seismik).

2.1.3. Bencana Tanah Longsor

Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun pencampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan yang penyusun lereng tersebut. Tanah longsor terjadi karena ada gangguan kestabilan pada tanah / batuan penyusun lereng.

Daerah Rawan Tanah Longsor ;

- Daerah dengan sejarah longsor.
- Daerah yang terletak di kaki bukit.
- Daerah yang tersusun oleh tanah mudah lepas dan padat pemukiman.
- Tebing yang gersang atau tidak ditumbuhi tanaman.
- Daerah tempat mengalirnya air hujan.
- Daerah dengan curah hujan tinggi.

2.2. Konsep Sistem Pengendalian Kereta Api

Sistem pengendalian kereta api yang penulis rancang menggunakan encoder untuk membaca RPM roda. Sistem ini menggunakan sebuah mikrokontroler, modul GSM, motor DC, motor servo dan driver motor.

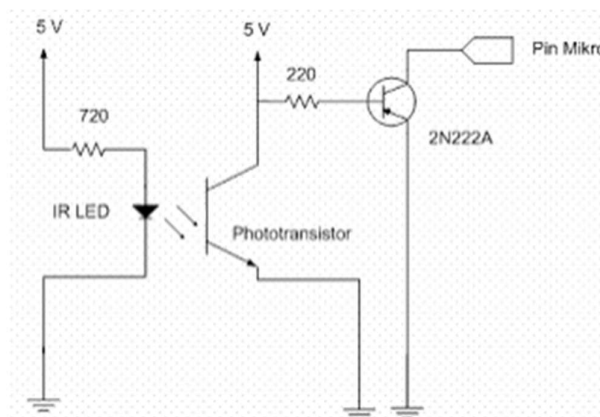
Pertama sistem dengan kondisi hidup akan mendapatkan informasi data yang diterima oleh modul GSM, kemudian diproses oleh mikrokontroler dan menghasilkan *output* berupa nilai pwm dan derajat pada terjadi sebuah bencana.

2.3. Sensor Encoder

Sensor ini digunakan untuk mengubah gerakan linier atau putaran menjadi sinyal digital, dimana sensor putaran memonitor gerakan putar dari suatu alat. Sensor ini terdiri dari 2 bagian yaitu; pertama, penyandi rotari (mentransmisikan jumlah tertentu dari pulsa untuk masing masing gelombang) dan kedua penyandi absolut (yang melengkapi kode binary tertentu untuk masing masing posisi sudut).

2.3.1. Cara Kerja Sensor Encoder

Prinsip kerja dari sensor ini adalah saat rangkaian sumber cahaya diberi VCC 5V dan menghasilkan cahaya, cahaya masuk pada photodiode tidak terhalangi maka akan menghasilkan tegangan 5V dan begitu sebaliknya. Saat terhalangi maka akan menghasilkan tegangan 0V, dimana tegangan menjadi *input* untuk mikrokontroler.



Gambar II- 1. Rangkaian *Encoder*

Pada gambar diatas LED Inframerah digunakan untuk menembakkan cahaya sedangkan disisi kanan *light receive* dapat kita gunakan sensor cahaya seperti *photodiode* atau *phototransistor*.

2.4. Global System for Mobile Communication (GSM)

Global System for Mobile Communication (GSM) adalah sistem telekomunikasi untuk seluler yang bersifat digital. Saat ini, teknologi GSM sudah diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini merupakan standar yang dikembangkan dengan kapasitas yang cukup banyak dan lebih tinggi daripada sistem analog saat ini. GSM menyediakan sejumlah layanan termasuk komunikasi suara, pesan singkat atau *Short Message Service* (SMS), *facsimile*, *voice* dan layanan tambahan lainnya.

Jaringan GSM terdiri dari beberapa subsistem yang memiliki fungsi dan interfacenya masing-masing. Jaringan GSM dibagi menjadi empat bagian besar subsistem, yaitu:

1. *Base Station Sub-System* (BSS)

- a) *Base Transceiver Station* (BTS) merupakan perangkat GSM yang berhubungan langsung dengan MS dan berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal. BTS terdiri dari perlengkapan radio yang diperlukan untuk mendukung sebuah sel. Tugas BTS adalah menjaga dan memonitor hubungan dengan *mobile station*. Lebih khusus lagi, menghubungkan dengan transmisi penerima radio, semua fungsi pemrosesan sinyal spesifik dengan radio *interface* dan beberapa fungsi tambahan.
- b) *Base Base Station Controller* (BSC) merupakan perangkat yang mengontrol kinerja BTS-BTS dan menjadi penghubung MSC dengan BTS.

2. *Network Sub-System* (NSS)

- a) *Mobile Switching Center* (MSC) merupakan sebuah *network element central* dalam sebuah jaringan GSM. MSC sebagai inti jaringan seluler dan berperan untuk interkoneksi hubungan komunikasi.
- b) *Home Location Register* (HLR) yang berfungsi sebagai

database untuk menyimpan semua data informasi mengenai pelanggan agar tersimpan secara permanen.

- c) *Visitor Location Register* (VLR) yang berfungsi menyimpan data dan informasi pelanggan secara sementara.
- d) *Authentication Center* (AuC) yang diperlukan untuk menyimpan semua data yang dibutuhkan untuk memeriksa keabsahan pelanggan. Sehingga pembicaraan pelanggan yang tidak sah dapat terhindarkan.
- e) *Equipment Identity Registration* (EIR) yang memuat data-data pelanggan.

3. *Operation and Maintenance* (OMC)

OMC merupakan bagian dari sistem jaringan GSM yang berfungsi sebagai pusat pengendalian, diantaranya *fault management, configuration management, performance management dan inventory management*.

4. *Mobile Station* (MS)

Mobile Station (MS) merupakan perangkat komunikasi bergerak yang digunakan untuk mengakses layanan telekomunikasi *Public Land Mobile Network* (PLMN) GSM. MS sendiri terdiri dari dua perangkat pendukung yaitu:

- a) *Mobile Equipment* (ME) atau *handset*, merupakan perangkat GSM yang berada di sisi pelanggan yang berfungsi sebagai terminal *transceiver* (pengirim dan penerima sinyal) untuk berkomunikasi dengan GSM lainnya.

b) *Subscriber Identity Module* (SIM) atau *SIM Card*, merupakan kartu yang berisi seluruh informasi pelanggan dan beberapa informasi layanan. ME tidak akan dapat digunakan tanpa SIM di dalamnya, kecuali untuk panggilan darurat. Data yang disimpan dalam SIM secara umum, adalah:

- *International Mobile Subscriber Identity* (IMSI) merupakan penomoran pelanggan sebagai identitas sebuah telepon selular.
- *Mobile Subscriber ISDN* (MSISDN) merupakan nomor yang digunakan sebagai nomor panggil pelanggan.

2.5. Modul GSM

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Dalam aplikasi yang dibuat harus terdapat mikrokontroler yang akan mengirimkan perintah kepada modul GSM berupa *AT command* melalui antarmuka sebagai komponen penghubung. Modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai *transceiver*. Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerima SMS. Dengan adanya sebuah modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses.

2.6. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), Memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler adalah tersedinya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi ringkas. Jenis-jenis dari mikrokontroler sebagai berikut:

1. Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler *Alv and Vegard's Risc processor* (AVR) merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*.

Tabel II- 1. Seri Mikrokontroler AVR

Seri	Flash (kbytes)	RAM (bytes)	EEPROM (kbytes)	Pin I/O	Timer 16-bit	Timer 8-bit	UART	PWM	ADC 10- bit	SPI	ISP
ATmega8	8	1024	0.5	23	1	1	1	3	6/8	1	Ya
ATmega8535	8	512	0.5	32	2	2	1	4	8	1	Ya
ATmega16	16	1024	0.5	32	1	2	1	4	8	1	Ya
ATmega162	16	1024	0.5	35	2	2	2	6	8	1	Ya
ATmega32	32	2048	1	32	1	2	1	4	8	1	Ya
ATmega128	128	4096	4	53	2	2	2	8	8	1	Ya
ATtiny12	1	-	0.0625	6	-	1	-	-	-	-	Ya
ATtiny2313	2	128	0.125	18	1	1	1	4	-	1	Ya
ATtiny44	4	256	0.25	12	1	1	-	4	8	1	Ya
ATtiny84	8	512	0.5	12	1	1	-	4	8	1	Ya

Sumber : <http://blog.unnes.ac.id>

2. Mikrokontroler MCS-51

Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler CISC (*Complex Instruction Set Computer*). Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*.

Tabel II- 2. Seri Mikrokontroler MCS-51

Tipe μ C	Memori Program	Memori Data	Pewaktu/Timer 16-bit	Teknologi
AT89C1051	1KB Flash	64 RAM	1	CMOS
AT89C2051	2KB Flash	128 RAM	2	CMOS
AT89C4051	4KB Flash	128 RAM	2	CMOS
AT89C51	4KB Flash	128 RAM	2	CMOS
AT89C52	8KB Flash	256 RAM	3	CMOS
AT89S53	12KB Flash	256 RAM	3	CMOS
AT89C55	20KB Flash	256 RAM	3	CMOS
AT89S8252	8KB Flash	256 RAM dan 2KB EEPROM	3	CMOS

Sumber : <http://blog.unnes.ac.id>

3. Mikrokontroler PIC

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programable Interface Controller*. PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur Harvard yang dibuat oleh Microchip Technology. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik General Instruments dengan nama PIC1640.

4. Mikrokontroler ARM

ARM adalah prosesor dengan arsitektur set instruksi 32-bit RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) yang dikembangkan oleh ARM Holdings. ARM (*Advanced RISC Machine*) sebelumnya lebih dikenal dengan kepanjangan *Acorn RISC Machine*.

2.7. Driver Motor Shield

Driver Motor Shield DC ini dapat langsung dicolokkan ke mikrokontroler Arduino untuk mengontrol kecepatan PWM dan mode PLL, menggunakan *jumper* untuk beralih.

Pada driver motor ini juga terdapat fitur yang cukup membantu yaitu;

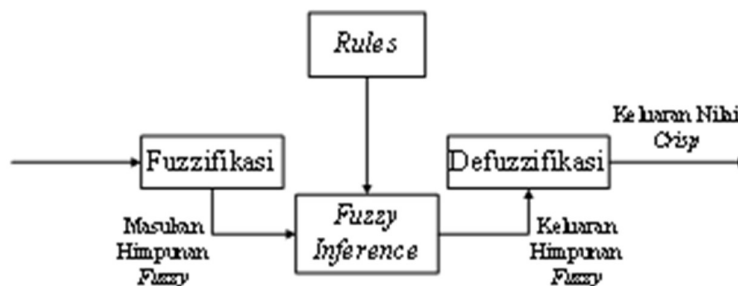
- Adanya *chip driver* motor di papan sehingga dapat digunakan untuk antar muka IO digit (D .D10. D11. D12) tanpa sambungan kabel.
- *Onboard Buzzer* (D4), dapat digunakan untuk alarm.
- Antarmuka yang mudah digunakan untuk menjalankan 2 rute *output* motor.
- Antarmuka *bluetooth* dua arah tanpa pengkabelan yang rumit.
- Memiliki 7 antarmuka digital yang tidak terisi (D2, D3, D5, D6, D7 dan D9).
- Memiliki 6 antarmuka analog (A0, A1, A2, A3, A4 dan A5).

2.8. Metode Kedali *Fuzzy Logic*

Fuzzy Logic Controller merupakan metode kendali yang menyerupai logika berpikir manusia dalam ketidakpastian mengambil suatu keputusan (samar). *Fuzzy logic* pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Lutfi Zadeh pada tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy^[25]. Dimana *fuzzy logic* menggantikan kebenaran logika boolean (0 atau 1) dengan tingkat kebenaran. Sehingga nilai keputusan yang diambil tidak hanya 0 atau 1 tetapi terdapat sebuah nilai di antara keduanya, daerah inilah yang dianggap samar.

Gambar II-. Merupakan blok diagram proses *Fuzzy Logic Controller*. Terdapat 3 porses utama untuk menjalankan kendali dengan metode *Fuzzy Logic* yaitu;

1. Fuzzifikasi.
2. *Fuzzy Inference*.
3. Defuzzifikasi.



Gambar II- 2. Gambar Proses *Fuzzy Logic Controller*

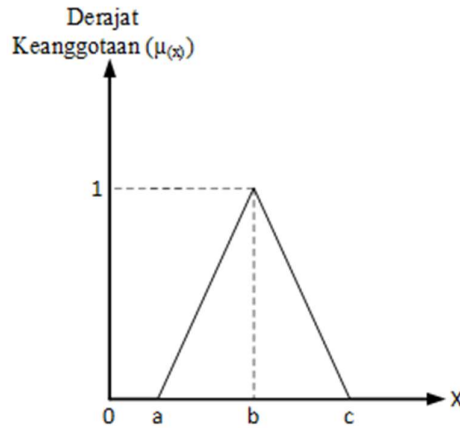
Pada gambar di atas dapat dijelaskan proses FLC yaitu Fuzzifikasi dan pemetaan *rules* dijadikan sebagai *input fuzzy inference* setelah itu hasil dari proses *fuzzy inference* diubah dengan proses defuzzifikasi.

2.8.1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan langkah awal dalam proses kendali *fuzzy logic*. Pada proses ini, nilai yang terbaca dalam bentuk himpunan tegas (*crisp set*) yaitu nilai yang diukur oleh sensor (sudut) diubah ke dalam bentuk himpunan *fuzzy*.

Dalam fuzzifikasi terdapat perhitungan derajat keanggotaan (*membership function*) yang memiliki interval antara 0 sampai 1^[25]. Himpunan *fuzzy logic controller* yang sering digunakan yaitu:

➤ Fungsi Segitiga



Gambar II- 3. Fungsi Segitiga

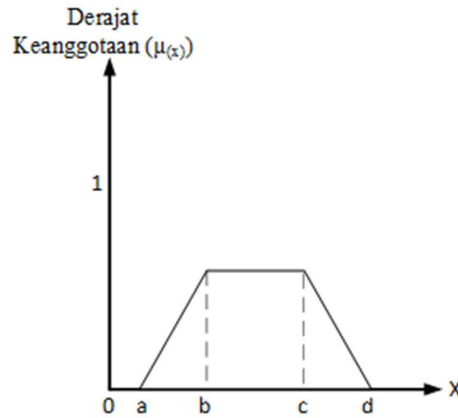
Pada Gambar II-3. menjelaskan himpunan *fuzzy* dengan bentuk segitiga.

Persamaan fungsi keanggotaan segitiga adalah:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; & b \leq x \leq c \\ 0 & ; & x > c \end{cases} \quad (2-1)$$

Keterangan : a adalah nilai terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan ($\mu(x)$) sama dengan nol. b mempunyai derajat keanggotaan ($\mu(x)$) sama dengan satu. c adalah nilai terbesar dengan nilai derajat keanggotaan ($\mu(x)$) tertentu. x nilai yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy logic controller*.

➤ Fungsi Trapesium



Gambar II- 4. Fungsi Trapesium

Pada Gambar II-5. Menjelaskan himpunan *fuzzy* dalam bentuk fungsi trapesium. Persamaan fungsi keanggotaan trapesium yaitu:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; & a \leq x \leq b \\ 1 & ; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & ; & c \leq x \leq d \\ 0 & ; & x \geq d \end{cases} \quad (2-2)$$

Keterangan : a adalah nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan ($\mu(x)$) nol. b adalah nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan ($\mu(x)$) satu. c adalah nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan ($\mu(x)$) satu. d adalah nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol ($\mu(x)$). x adalah nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan *fuzzy*.

2.8.2. Fuzzy Inference

Fuzzy Inference adalah proses pemetaan dari *input* yang sudah dalam bentuk himpunan *fuzzy* ke sebuah *output* dengan *fuzzy logic*. *Fuzzy inference* dibagi menjadi dua bagian, *data base* dan *rule base*. *Data base* berisi parameter *fuzzy* seperti himpunan *fuzzy* dengan derajat keanggotaannya ($\mu(x)$) pada tiap variabel. *Rule base* berisi aturan-aturan dengan *fuzzy logic*.