

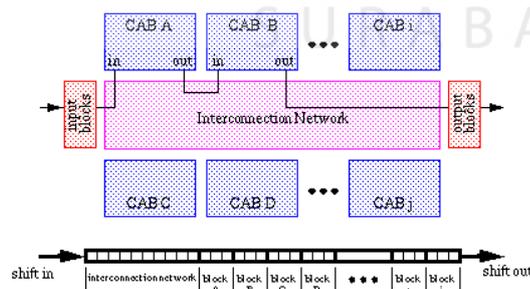
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. FPAA (*Field Programmable Analog Array*)

FPAA (*Field Programmable Analog Array*) adalah sebuah rangkaian terintegrasi yang dapat dikonfigurasi untuk membuat beberapa fungsi *analog* menggunakan beberapa CAB (*Configurable Analog Block*) dan *interconnection network* untuk menghubungkan antara CAB satu dengan yang lainnya dan dilengkapi dengan I/O (*input-output*) dan media penyimpan (*memory*) jenis RAM (*Random Access Memory*).

FPAA hadir memiliki kemampuan sebagai sistem kendali yang memiliki kemampuan dalam mengolah data secara *analog*, dan karena semua data diproses dalam level tegangan maka proses dapat berjalan dengan cepat, selain itu juga tidak perlu dilakukan konversi data dari tegangan *analog* menjadi digital. Diagram Konseptual FPAA ditunjukkan pada Gambar 2.1.

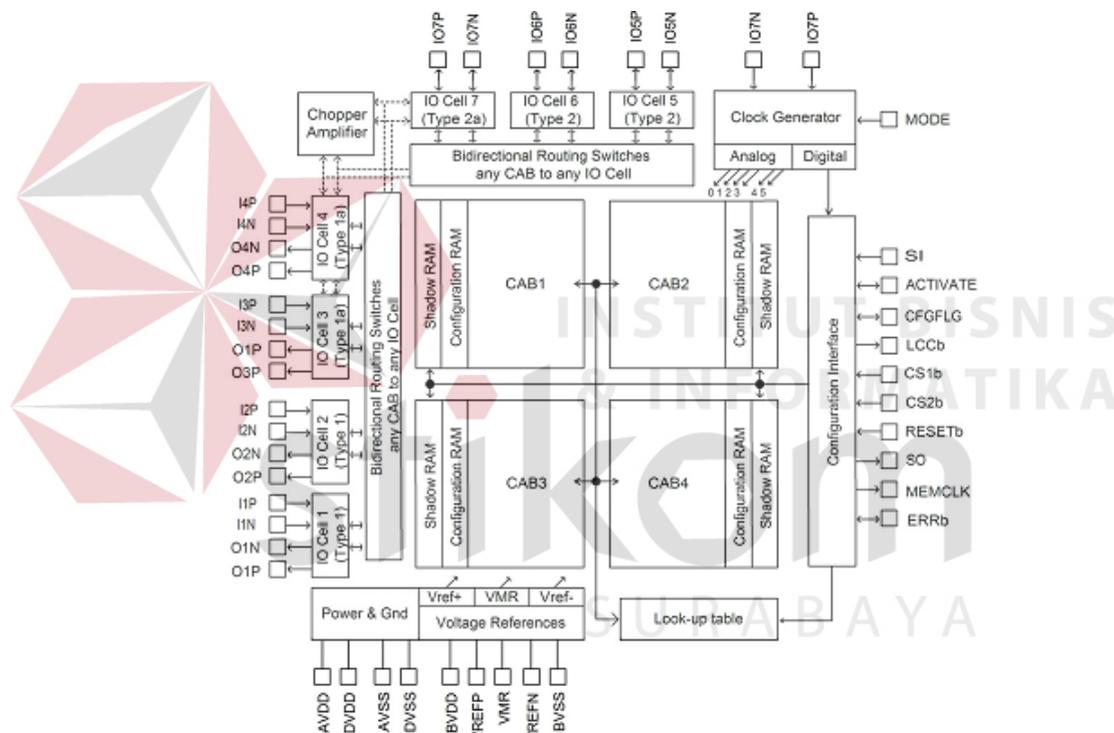


Gambar 2.1. *Diagram Generic FPAA (Vincent Gaudet, 2000)*

Dari Gambar 2.1 menunjukkan bahwa masing-masing CAB dapat mengimplementasikan beberapa fungsi pemrosesan sinyal *analog* seperti *amplifier*, *integrator*, *differensiator*, *adder*, *substraction*, *multiplication*, *comparator*, dan sebagainya.

Teknologi dasar dari FPAA menggunakan teknologi *switched capacitor* yaitu suatu teknik *design* yang mengimplementasikan suatu hambatan setara dengan memilih masukan percabangan suatu kapasitor secara berurutan dan diagram *generic* FPAA terdapat beberapa bit data yang dapat digunakan untuk memprogram masing-masing CAB (*Anadigm,2008*).

Device FPAA yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu seri AN231K04, dimana *device* ini mempunyai arsitektur seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Arsitektur komponen FPAA AN231K04

Arsitektur pada Gambar 2.2 dapat dijelaskan bahwa *device* AN231K04 mempunyai beberapa bagian yaitu: CAB (*Configurable Analog Blocks*) yang berfungsi untuk mengimplementasikan beberapa komponen *analog* seperti *amplifier*, *integrator*, *differensiator*, *adder*, *substraction*, *multiplication*, *comparator* dan sebagainya, *Programmable Interconnection Networks* berfungsi untuk menghubungkan antara CAB 1 dengan CAB 2, sehingga akan dapat

membuat rangkaian bertingkat (*cascade*). *Configurable input/output*, berfungsi untuk menyediakan masuknya data (*port input*) dan untuk keluaran data (*port output*). RAM (*Random Access Memory*) adalah *memory* yang dapat ditulis dan dibaca namun data dalam RAM akan hilang bila catu daya dihilangkan. LUT (*Look Up Table*) adalah bagian yang berfungsi untuk proses linier sinyal.

2.1.1. AN231K04-DVLP3

AnadigmApex development board adalah suatu alat yang digunakan untuk mengawali implementasi percobaan suatu desain *analog*. Perangkat ini dapat menerapkan beberapa model *AnadigmApex* seperti AN131E04 dan AN231E04, kemudian dengan *software* *AnadigmDesigner*^{®2} digunakan sebagai desain program dari perangkat yang di rancang.

AnadigmApex development board memiliki beberapa fitur dan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Minimalis *footprint* – 4.8 x 3.8 inci persegi.
- b. *Breadboard area* yang luas pada area perangkat AN231E04.
- c. *Pin header* untuk semua I/O perangkat FPAA.
- d. 2 jalur *footprints* digunakan untuk mengatur *Rauch filter*, *single diff converters*, *level shiffrers* dan sebagainya.
- e. *Daisy chain* yaitu kemampuan yang memungkinkan beberapa *board* dapat dihubungkan menjadi *multi-chip* sistem.
- f. *Standart* USB serial *interface* untuk mendownload file-file sirkuit dari *AnadigmDesigner*^{®2}.
- g. *Osilator* modul 16-MHz pada *Board*.

- h. Kemampuan untuk menulis dan kemudian *boot* dari *EEPROM*, tetapi menggunakan *external EEPROM*.

Gambar 2.3 adalah perangkat dari *AN231K04-DVLP3 AnadigmApex Development Board*.

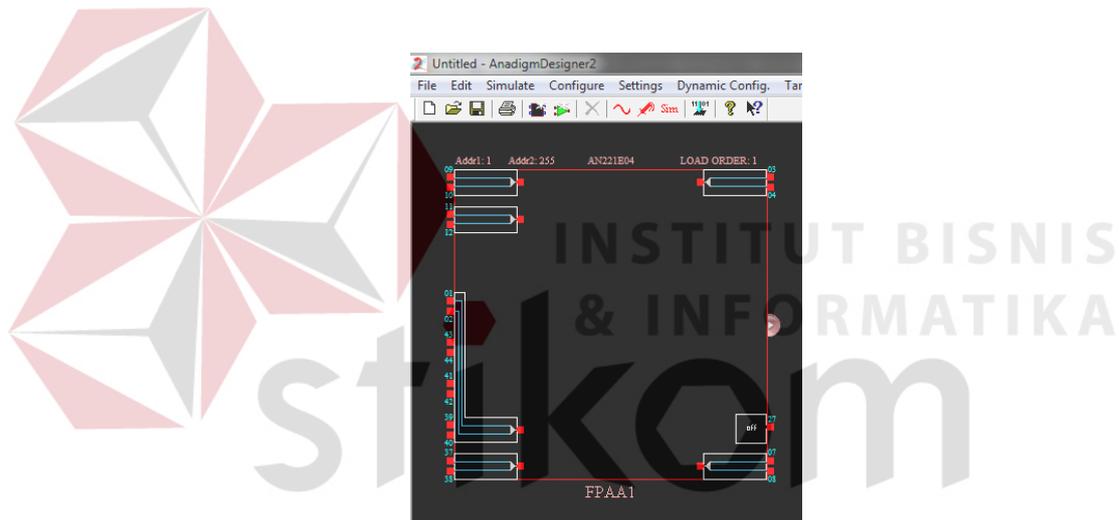


Gambar 2.3. *AN231K04-DVLP3 AnadigmApex Development Board*

Program bantu yang terintegrasi untuk merancang rangkaian sekaligus melakukan download program adalah *AnadigmDesigner^{®2}*. Merupakan perangkat lunak khusus yang digunakan untuk membuat rangkaian *analog* seperti *amplifer*, *integrator*, *differensiator*, *comparator*, *adder* dalam suatu *chip IC*. *AnadigmDesigner^{®2}* dibuat oleh *Anadigm Inc* pada tahun 2004 dengan versi 2.2.7 (*Anadigm inc*, 2004:56). Dan yang akan digunakan adalah *Anadigm Designer Ver. 2.7.0.1*. Perangkat lunak ini mempunyai kelebihan antara lain:

1. Mampu membuat beberapa rangkaian *analog* yang kompleks dengan cepat dan mudah.

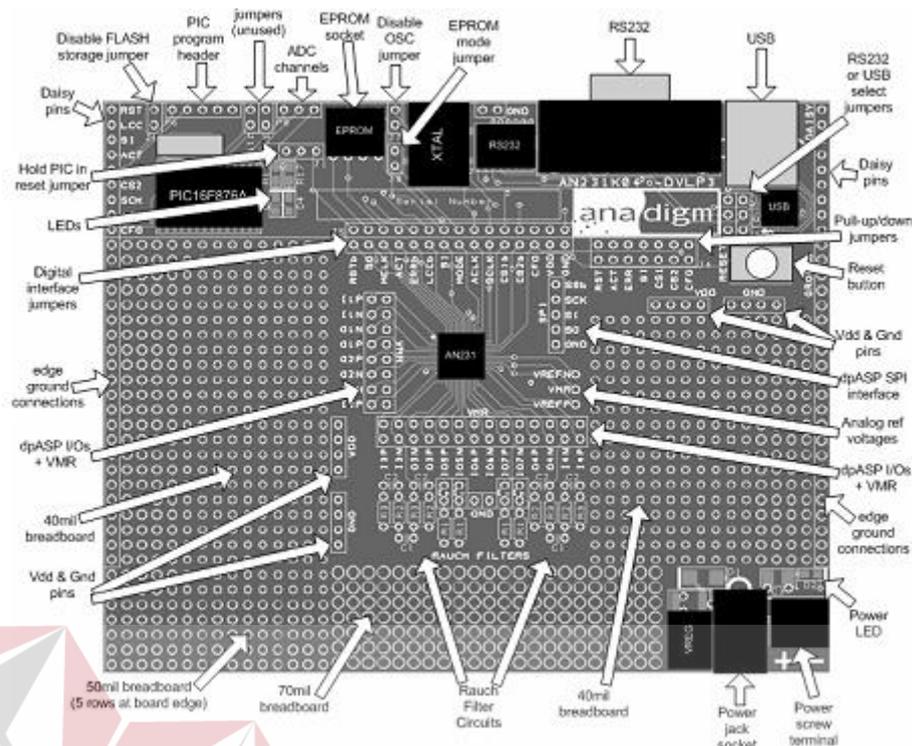
2. Mampu untuk mengkonversi program menjadi bahasa C yang akhirnya dapat digunakan untuk keperluan program pada *mikroprocessor*.
3. Mampu mensimulasikan keluaran rangkaian *analog* yang telah dibuat, sehingga program yang akan di transfer ke device FPAA benar – benar sesuai dengan yang dirancang.
4. Mampu membuat sistem *filter* dan PID (*Proportional Integrator* dan *differensiator*) dengan mudah dan cepat. Tampilan awal AnadigmDesigner[®]2 ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Software AnadigmDesigner[®]2

2.1.2. Layout

Gambar 2.5 menunjukkan *Layout* dari semua komponen, konektor catu daya dan jumper.



Gambar 2.5. Layout AN231K04

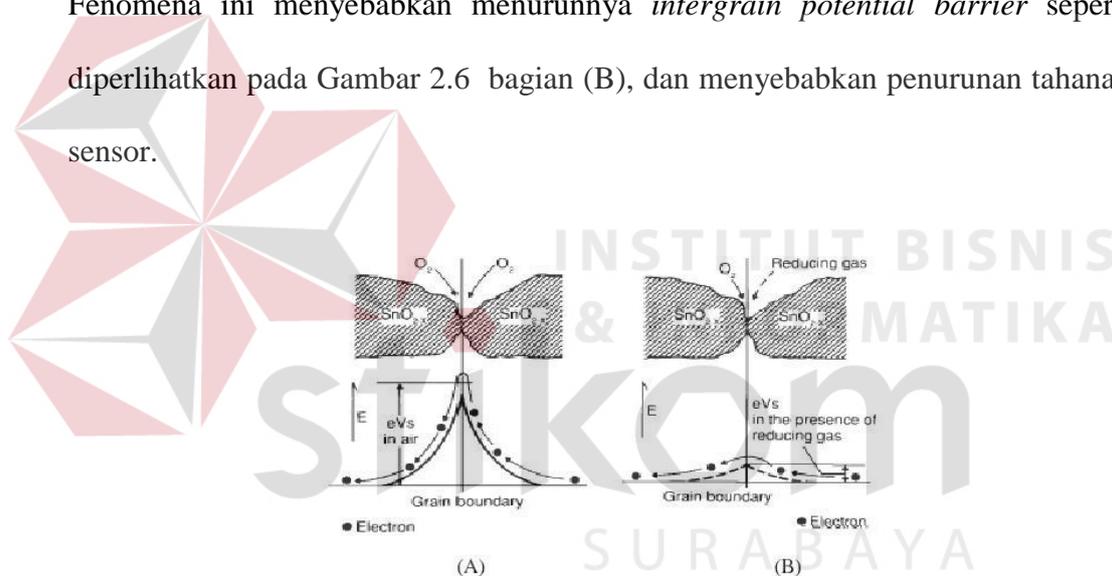
2.2. Tin Oxide Gas Sensor

Sensor yang digunakan adalah *Tin Oxide Gas Sensor (TGS)* yang diproduksi oleh *Figaro Engineering Inc.* Ada bermacam-macam sensor gas *tin oxide* yang tersedia secara komersial dan sensor jenis ini yang paling banyak digunakan dalam industri. Sensor jenis ini relatif murah, ringkas dan mempunyai sensitivitas yang bagus namun mempunyai kelemahan ketergantungan terhadap temperatur, kelembapan dan tekanan udara. Sensor-sensor ini aktif pada temperatur yang cukup tinggi dan untuk memenuhi persyaratan ini dibutuhkan sumber energi yang besar.

2.2.1. Prinsip Pengoperasian

Elemen utama dari TGS sensor adalah sebuah *metal oxide semiconductor*. TGS sensor mempunyai sebuah tahanan sensor yang nilainya bergantung pada konsentrasi oksigen yang bersentuhan dengan *metal oxide semiconductor*.

Perubahan *intergrain potential barrier* dari *tin oxide gas sensor* diperlihatkan pada Gambar 2.6. Bagian (A) memperlihatkan perubahan yang terjadi tanpa adanya zat kimia lain, sedangkan Gambar 2.6 bagian (B) memperlihatkan perubahan yang terjadi jika terdapat zat kimia lain. Keberadaan oksigen meningkatkan level *potential barrier* yang juga meningkatkan tahanan sensor. Jika ada zat kimia lain yang dihembuskan pada sensor, maka hal ini menyebabkan pengurangan konsentrasi oksigen pada permukaan *tin oxide*. Fenomena ini menyebabkan pengurangan konsentrasi oksigen pada permukaan *tin oxide*. Fenomena ini menyebabkan menurunnya *intergrain potential barrier* seperti diperlihatkan pada Gambar 2.6 bagian (B), dan menyebabkan penurunan tahanan sensor.



Gambar 2.6. *Intergrain Potential Barrier* (FIGARO, 2011)

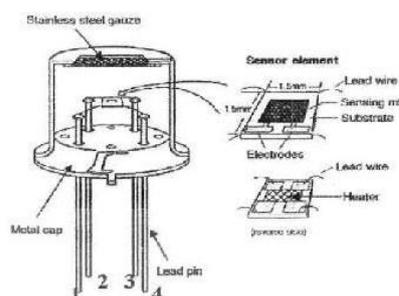
Rumusan antara hambatan sensor dan konsentrasi dari gas yang terdeteksi dapat diperlihatkan pada persamaan berikut:

$$R = A [C]^{-\alpha} \quad (2.1)$$

R adalah hambatan dari *metal-oxide sensor*, C adalah konsentrasi gas, A adalah koefisien respon untuk gas-gas tertentu, dan α adalah sensitivitas. Konstanta A dan α tergantung dari tipe meterial sensor dan temperatur sensor.

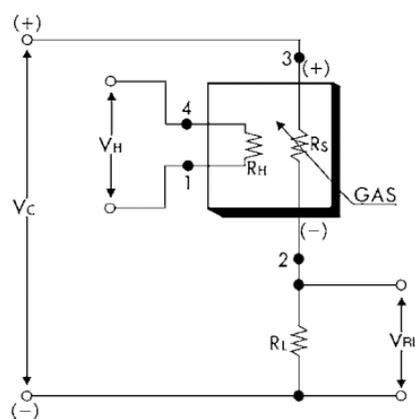
2.2.2. Struktur Sensor

TGS sensor mempunyai 2 bagian utama. Bagian pertama yaitu *tin dioxide* (SnO_2) yang berhubungan dengan pin nomor 2 dan 3. Bagian Kedua adalah pemanas yang dihubungkan dengan pin 1 dan 4, yang memanaskan material sensor. Gambar 2.7 memperlihatkan struktur dari TGS 26XX.



Gambar 2.7. Struktur sensor (FIGARO, 2011)

Sedangkan Gambar 2.8 merupakan diagram rangkaian sensor dengan sebuah beban dihubungkan dengan pin 2 dimana nantinya tegangan beban ini akan digunakan untuk mengukur konsentrasi bau yang masuk. Sensor memerlukan tegangan *circuit* yaitu V_c dan juga sebuah pemanas yang memerlukan tegangan *input* (V_H) pada nomor satu dan empat.



Gambar 2.8. Diagram rangkaian (FIGARO, 2011)

2.3. *Microcontroller ATmega8*

Microcontroller dan *microprocessor* mempunyai beberapa perbedaan. *Microprocessor* yang terdapat pada komputer seperti Intel Pentium, hanya dapat bekerja apabila terdapat komponen pendukung seperti RAM (*Random Access Memory*), *hard disk*, *motherboard*, perangkat I/O, dan sebagainya. Komponen-komponen tersebut diperlukan karena *microprocessor* hanya dapat melakukan pengolahan data, namun tidak dapat menyimpan data, menyimpan program, menerima masukan dari *user* secara langsung, ataupun menyampaikan data hasil pemrosesan ke keluaran. Berbeda dengan *microprocessor*, *microcontroller* sudah dilengkapi dengan komponen-komponen yang dikemas dalam satu *chip* seperti memori, perangkat I/O, *timer*, ADC (*Analog to Digital Converter*), dll. Hal ini membuat *microcontroller* lebih tepat untuk digunakan pada aplikasi *embedded system*.

Microcontroller yang digunakan pada proyek ini adalah *microcontroller* keluarga AVR yang mempunyai arsitektur 8-bit RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) produksi ATMEL yaitu ATmega8. Salah satu kelebihan arsitektur RISC dari arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) adalah kecepatan waktu eksekusi tiap instruksi. Sebagian besar instruksi RISC dieksekusi dalam waktu satu *clock cycle*, sedangkan pada CISC sebagian besar instruksi dieksekusi dalam waktu dua belas *clock cycle*.

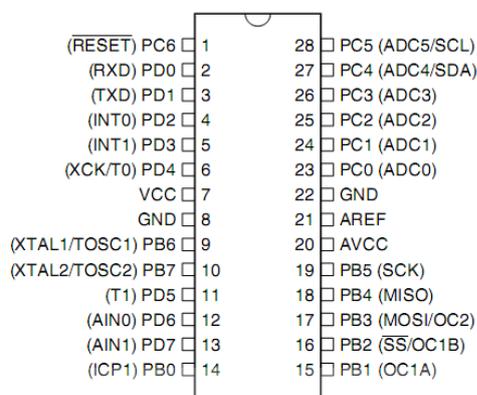
Beberapa fitur yang dimiliki ATmega8 adalah sebagai berikut (ATMEL, 2008):

- a. Mempunyai kinerja tinggi dengan konsumsi daya yang rendah
- b. *Fully static operation*

- c. Kinerja mencapai 16 MIPS (*Millions Instruction per Seconds*) pada osilator dengan nilai frekuensi 16 MHz
- d. Memiliki kapasitas memori *Flash* sebesar 8 kByte, EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) sebesar 512 Byte, dan SRAM (*Static Random-Access Memory*) sebesar 1 kByte
- e. Memiliki 23 jalur I/O
- f. Memiliki 2 buah *Timer/Counter* 8-bit dan 1 buah *Timer/Counter* 16-bit
- g. Memiliki 3 kanal PWM (*Pulse Width Modulation*)
- h. Memiliki 8 kanal ADC 10-bit
- i. Memiliki *interface*: *Two-wire Serial Interface*, USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter*), SPI (*Serial Peripheral Interface Bus*)
- j. Memiliki *Watchdog Timer* dengan osilator internal yang terpisah
- k. Memiliki *Comparator* tegangan analog
- l. Memiliki unit interupsi eksternal dan internal
- m. Bekerja pada tegangan 4.5 V – 5.5 V dengan konsumsi arus maksimal 15 mA (dengan osilator 8 MHz, tegangan 5 V dan suhu pada rentang -40 °C - 85 °C).

Proses pemrograman ATmega8 dilakukan menggunakan fitur ISP (*In-System Programmable*) melalui antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*). Fitur ISP memungkinkan untuk melakukan proses *download* program ke dalam *microcontroller* tanpa bantuan *microcontroller master* seperti proses *download* program pada *microcontroller* AT89C51. File dengan ekstensi “.hex”, yaitu kode program yang telah di-*compile* akan dikirimkan secara serial ke *microcontroller* untuk ditulis ke dalam memori *Flash* melalui jalur SPI yaitu *pin* MISO (*Master In*

Slave Out), *MOSI (Master Out Slave In)*, dan *SCK (Serial Clock)* yang digunakan sebagai sinyal sinkronisasi komunikasi. Konfigurasi pin ATmega8 terdapat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Konfigurasi pin ATmega8 (ATMEL, 2011)

2.3.1. Fungsi-fungsi Pin pada ATmega8

- VCC** : Sumber tegangan +5V DC (*Direct Current*). (pin 7)
- GND** : Pin yang dihubungkan dengan *ground* sebagai referensi untuk VCC. (pin 8 dan pin 22)
- Port C* (PC0..PC5) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan tegangan *analog* untuk ADC dan *PortC6* sebagai *reset input*.
- Port B* (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dengan fungsi alternatif, seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Fungsi alternatif *Port B*

<i>Pin</i>	<i>Alternate Functions</i>
PB7	XTAL2 (<i>Chip Clock Oscillator pin 2</i>) TOSC2 (<i>Timer Oscillator pin 2</i>)
PB6	XTAL1 (<i>Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input</i>) TOSC1 (<i>Timer Oscillator pin 1</i>)
PB5	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB4	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB3	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>) OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)
PB2	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>) OC1B (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match B Output</i>)
PB1	OC1A (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match A Output</i>)
PB0	ICP1 (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)

Sumber: ATMEL (2011)

- e. *Port D* (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dengan fungsi alternatif, seperti yang terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Fungsi alternatif *Port D*

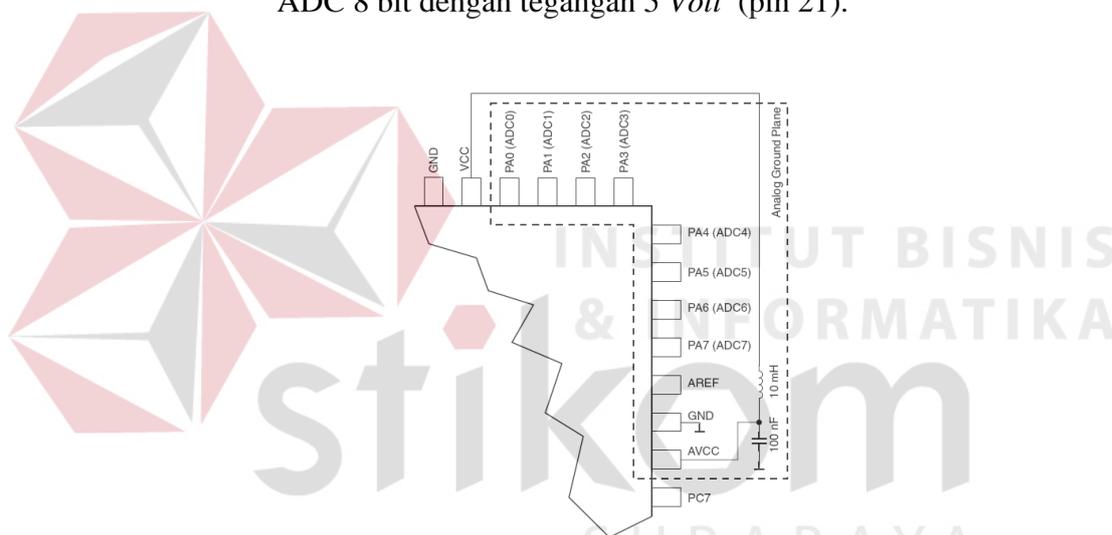
<i>Pin</i>	<i>Alternate Functions</i>
PD7	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>)
PD6	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>)
PD5	T1 (<i>Timer/Counter 1 External Counter Input</i>)
PD4	XCK/T0 (<i>USART External Clock Input/Output</i>) Timer/Counter 0 External Counter Input)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

Sumber: ATMEL (2011)

- f. \overline{RESET} : Masukan untuk *reset* (*active low*). Jika diberikan kondisi *low* paling tidak selama 1.5 μ S akan menghasilkan kondisi *reset* pada *microcontroller* meskipun *microcontroller* tidak mendapat *clock* dari osilator. (pin 9)
- g. XTAL1 : Masukan ke penguat osilator. Pin ini dihubungkan dengan kristal atau sumber osilator yang lain. (pin 9)
- h. XTAL2 : Keluaran dari penguat osilator. Pin ini dihubungkan dengan

kristal atau *ground*. (pin 10)

- i. **AVCC** : Pin yang digunakan untuk memberikan sumber tegangan untuk pengubah ADC. Pin ini harus tetap dihubungkan dengan VCC meskipun fitur ADC tidak digunakan. Apabila fitur ADC digunakan, maka pin AVCC harus dihubungkan dengan VCC melalui *low-pass filter* seperti yang terlihat pada Gambar 2.10 (pin 7).
- j. **AREF** : Pin yang digunakan sebagai masukan tegangan referensi untuk ADC 8 bit dengan tegangan 5 Volt (pin 21).

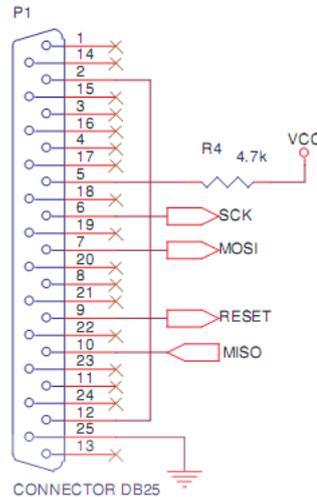


Gambar 2.10. Koneksi AVCC dengan VCC melalui *low-pass filter* (ATMEL, 2011)

2.3.2. Downloader Minimum system ATmega8

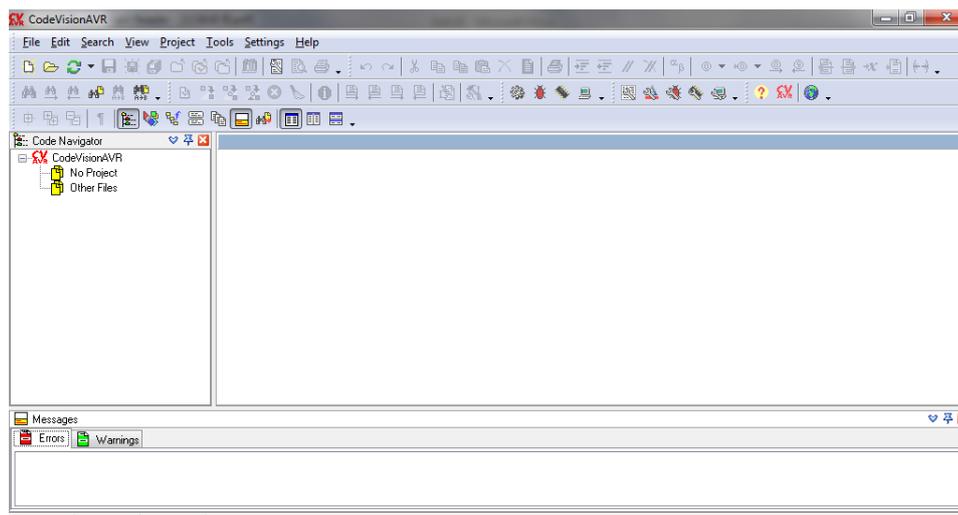
Untuk melakukan proses *downloading* program dari komputer ke dalam memori program internal *microcontroller*, digunakan kabel *downloader* dengan *interface* DB25 yang dihubungkan pada *port* LPT1 pada komputer dengan konfigurasi seperti pada Gambar 2.11. Pin 5 dihubungkan dengan *resistor* sebesar 4,7 k dan tegangan sebesar 5 volt secara seri. Pin 25 dihubungkan dengan *ground*. Pin 6, 7, 9, dan 10 berturut-turut dihubungkan dengan pin SCK, MOSI,

RESET, dan MISO pada *microcontroller*. Sedangkan pin 2 dan 12 saling terhubung untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.11 (Khan, 2004).



Gambar 2.11. Rangkaian kabel *downloader* pada port LPT1

Program bantu yang terintegrasi untuk menulis sekaligus debug aplikasi *microcontroller* AVR adalah CodeVision AVR Version 2.05.0 Professional yang *support* dengan windows 9x/Me/NT/2000/XP/7. CodeVision C Compiler (CVAVR) merupakan kompilator bahasa C untuk AVR. Kompilator ini cukup memadai untuk belajar AVR, karena selain mudah penggunaannya juga didukung berbagai fitur yang sangat membantu dalam pembuatan *software* untuk keperluan pemrograman AVR. Tampilan *codevision* AVR dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Tampilan *codevision* AVR

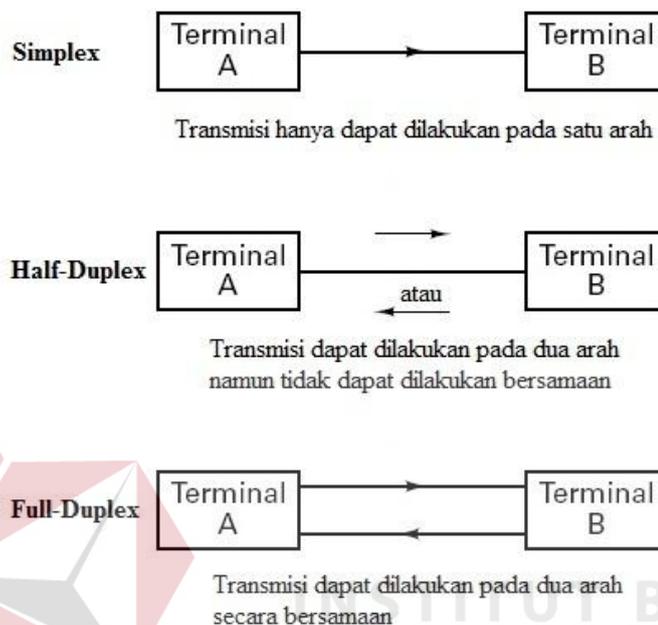
2.3.3. USART

Menurut Winoto (2008) USART dapat difungsikan sebagai transmisi data sinkron dan asinkron. Sinkron berarti *transmitter* dan *receiver* mempunyai satu sumber *clock* yang sama. Sedangkan asinkron berarti *transmitter* dan *receiver* yang mempunyai sumber *clock* yang berbeda.

Menurut Mazidi (2000) transmisi data secara serial adalah transmisi data dimana data tersebut akan dikirimkan sebanyak satu bit dalam satu satuan waktu. Terdapat dua cara dalam mentransmisikan data secara serial, yaitu secara *synchronous* dan *asynchronous*. Perbedaan dari kedua cara tersebut adalah sinyal *clock* yang dipakai sebagai sinkronisasi pengiriman data.

Transmisi secara *synchronous* yaitu pengiriman data serial yang disertai dengan sinyal *clock*, sedangkan *asynchronous* yaitu pengiriman data serial yang tidak disertai sinyal *clock* sehingga *receiver* harus membangkitkan sinyal *clock* sendiri (tidak memerlukan sinkronisasi). (Nalwan, 2003)

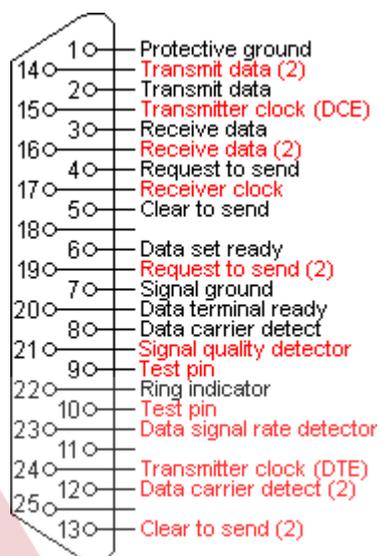
Pengiriman data secara serial dapat dibagi menjadi tiga menurut arah datanya, yaitu *Simplex*, *Half-Duplex* dan *Full-Duplex*. Ketiga mode tersebut diilustrasikan pada Gambar 2.13. (Mazidi, 2000)



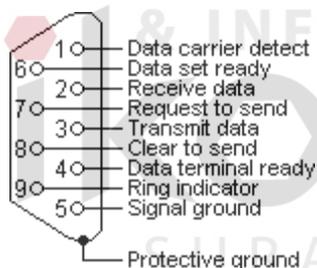
Gambar 2.13. Arah komunikasi serial. (Lohala, 2011)

Satuan kecepatan transfer data (*baud rate*) pada komunikasi serial adalah bps (*bits per second*). Untuk menjaga kompatibilitas dari beberapa peralatan komunikasi data yang dibuat oleh beberapa pabrik, pada tahun 1960 EIA (*Electronics Industries Association*) melakukan standarisasi antarmuka serial dengan nama RS232. Keluaran yang dihasilkan oleh RS232 tidak sesuai dengan keluaran TTL (*Transistor-Transistor Logic*) yang sudah ada. Dalam RS232, logika 1 direpresentasikan dengan tegangan -3 V sampai dengan -25 V sedangkan logika 0 direpresentasikan dengan tegangan +3 V sampai dengan +25 V. Hasil tak terdefinisi jika berada diantara tegangan -3 V sampai dengan +3 V. IBM PC atau komputer yang berbasis x86 (8086, 286, 386, 486, dan Pentium) secara umum *processor* yang digunakan memiliki dua *port* COM. Keduanya merupakan

konektor jenis RS232 yaitu DB25 dan DB9. Ilustrasi DB25 dan keterangan *pinout*-nya terdapat pada Gambar 2.14, sedangkan ilustrasi DB9 dan keterangan *pinout*-nya terdapat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.14. *Pinout* konektor DB25



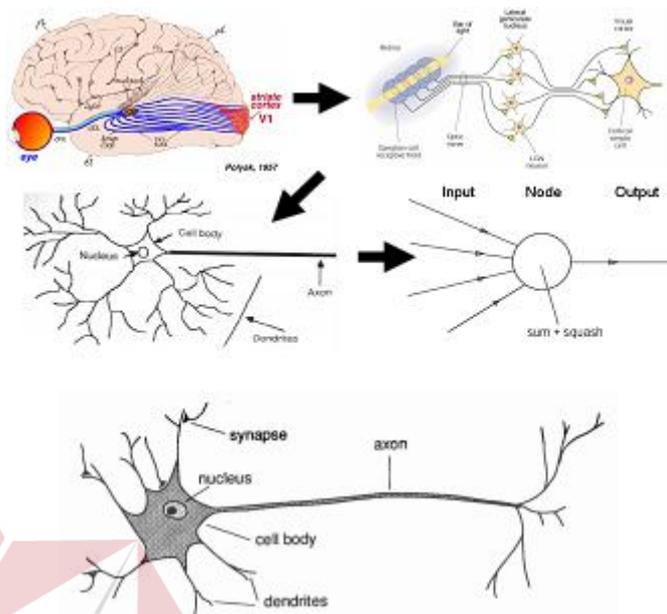
Gambar 2.15 *Pinout* konektor DB9

2.4 Konsep dasar jaringan saraf tiruan

2.4.1. Struktur dasar jaringan Biologi

Pembuatan struktur jaringan saraf tiruan diilhami oleh struktur jaringan biologi, khususnya jaringan otak manusia. Untuk lebih mengenal asal-usul serta bagaimana suatu struktur jaringan saraf tiruan dibuat dan dapat dipakai sebagai suatu alat penghitung, berikut ini akan diulas sedikit istilah yang secara umum digunakan. Neuron adalah suatu unit pemrosesan terkecil pada otak, bentuk

sederhana sebuah neuron yang oleh para ahli dianggap sebagai satuan unit pemroses tersebut dan terlihat pada Gambar 2.16.



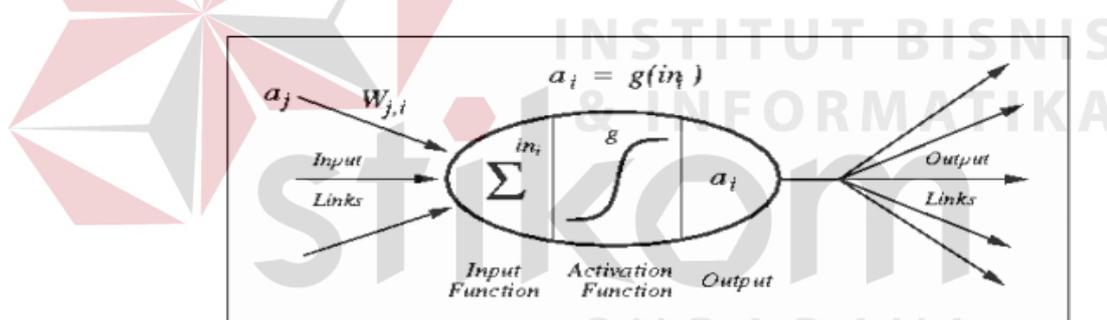
Gambar 2.16. Struktur dasar jaringan saraf tiruan dan struktur sederhana sebuah neuron. (Politeknik Elektronika Negari Surabaya, 2005)

Struktur pada Gambar 2.16 tersebut adalah bentuk dasar satuan unit jaringan otak manusia yang telah disederhanakan. Bentuk standard ini mungkin dikemudian hari akan berubah bila ada ilmuwan yang dapat menciptakan bentuk standard yang lebih baik ataupun memperbaiki bentuk standard yang digunakan saat ini. Jaringan otak manusia tersusun tidak kurang dari 10^{13} buah neuron yang masing-masing terhubung oleh sekitar 10^{15} buah dendrite. Fungsi dendrite adalah sebagai penyampai sinyal dari neuron tersebut ke neuron yang terhubung dengannya. Sebagai keluaran, setiap neuron memiliki axon, sedangkan bagian penerima sinyal disebut synapse. Penjelasan lebih rinci tentang hal ini dapat diperoleh pada disiplin ilmu *biology molecular*. Secara umum jaringan saraf terbentuk dari jutaan struktur dasar neuron yang terinterkoneksi dan terintegrasi antara satu dengan

yang lain sehingga dapat melaksanakan aktifitas secara teratur dan terus menerus sesuai dengan kebutuhan.

2.4.2. Konsep dasar pemodelan jaringan saraf tiruan

Tiruan neuron dalam struktur jaringan *saraf* tiruan adalah sebagai elemen pemroses seperti pada Gambar 2.17 yang dapat berfungsi seperti halnya sebuah neuron. Sejumlah sinyal masukan a dikalikan dengan masing-masing penimbang yang bersesuaian w . Kemudian dilakukan penjumlahan dari seluruh hasil perkalian tersebut dan keluaran yang dihasilkan, dilanjutkan ke dalam fungsi pengaktif untuk mendapatkan tingkat derajat sinyal keluarannya $F(a,w)$. Walaupun masih jauh dari sempurna, namun kinerja dari tiruan neuron ini identik dengan kinerja dari sel biologi yang kita kenal saat ini.



Gambar 2.17. Model tiruan sebuah neuron. (Politeknik Elektronika Negari Surabaya, 2005)

a_j : Nilai aktivasi dari unit j

$w_{j,i}$: Bobot dari unit j ke unit i

in_i : Penjumlahan bobot dan masukan ke unit i

g : Fungsi aktivasi

a_i : Nilai aktivasi dari unit i

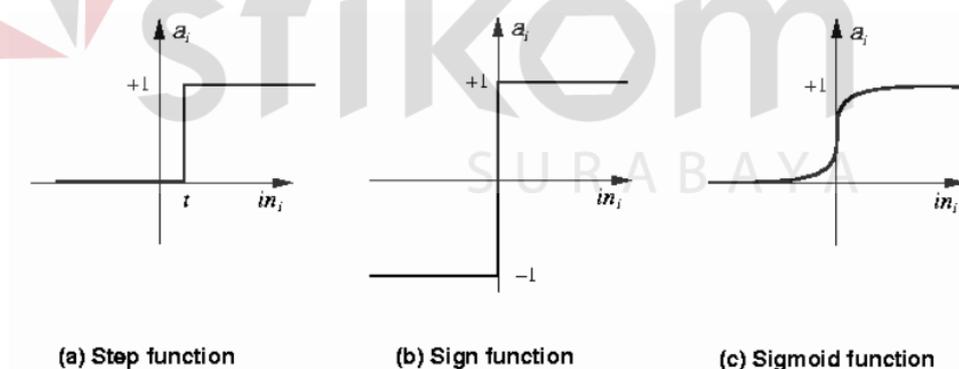
misalkan ada n buah sinyal masukan dan n buah penimbang, fungsi keluaran dari neuron adalah seperti persamaan (2.2).

$$in_i = \sum_j W_{ji} * a_j \quad (2.2)$$

Kumpulan dari neuron dibuat menjadi sebuah jaringan yang akan berfungsi sebagai alat komputasi. Jumlah neuron dan struktur jaringan untuk setiap permasalahan yang akan diselesaikan adalah berbeda.

2.4.3. Aktifasi jaringan saraf tiruan

Mengaktifkan jaringan saraf tiruan berarti mengaktifkan setiap neuron yang dipakai pada jaringan tersebut. Banyak fungsi yang dapat dipakai sebagai pengaktif, seperti fungsi-fungsi goniometri dan hiperboliknya, fungsi unit *step*, *impulse*, *sigmoid*, dan lain sebagainya seperti pada Gambar 2.18, tetapi yang lazim digunakan adalah fungsi *sigmoid*, karena dianggap lebih mendekati kinerja sinyal pada otak.

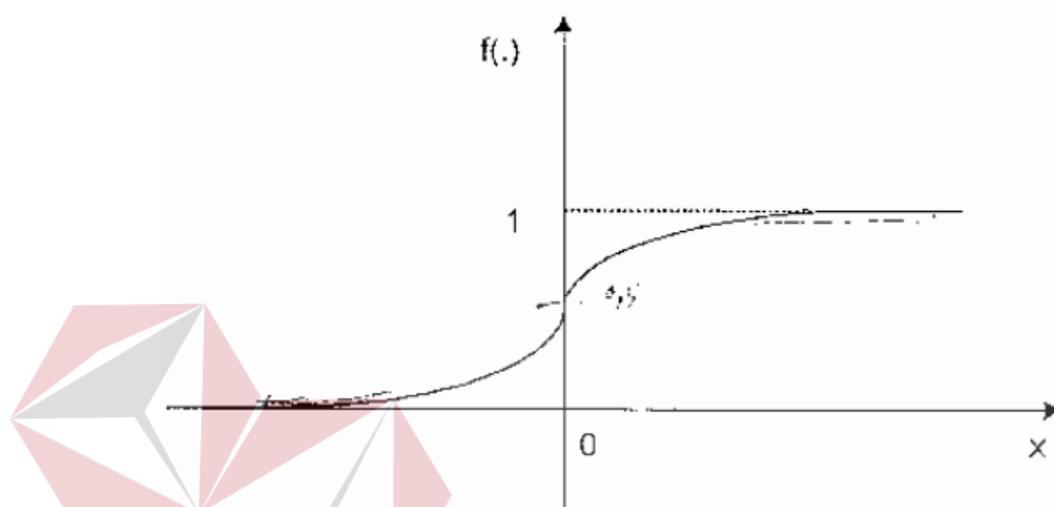


Gambar 2.18. Fungsi pengaktif

1. Step $f(x) = 1$ if $x \geq t$ else 0
2. Sign $f(x) = +1$ if $x \geq 0$ else -1
3. Sigmoid $f(x) = 1/(1+e^{-x})$
4. Fungsi identitas $f(x) = x$

Ada dua jenis fungsi *sigmoid* unipolar dan bipolar. Fungsi *sigmoid* unipolar dituliskan pada persamaan (2.3) dan grafiknya ditunjukkan pada Gambar 2.19.

$$y = \left(\frac{1}{1+e^{-f(x)}} \right) \quad (2.3)$$

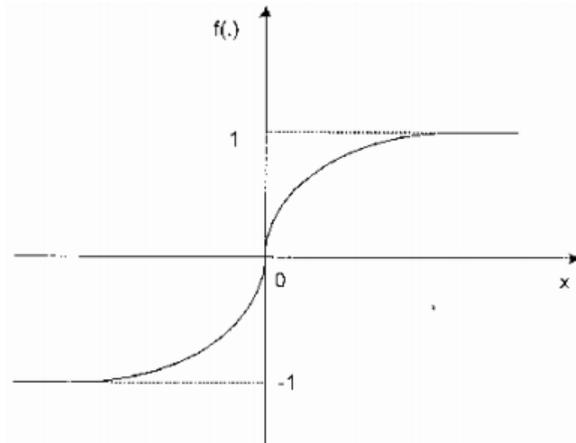


Gambar 2.19. Fungsi *sigmoid* unipolar

Sedangkan fungsi pengaktif bipolar adalah persamaan (2.4) atau (2.5). Persamaan (2.4) disebut juga sebagai persamaan tangen *hiperbolik* dan bentuk grafik fungsinya seperti pada Gambar 2.20.

$$y = \left(\frac{1-e^{-f(x)}}{1+e^{-f(x)}} \right) \quad (2.4)$$

$$y = \left(\frac{e(x)-e(-x)}{e(x)+e(-x)} \right) = \frac{1-e(-2x)}{1+e(-2x)} \quad (2.5)$$



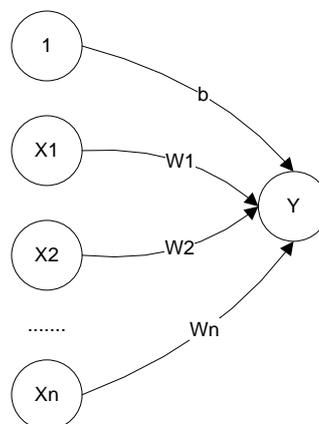
Gambar 2.20. Fungsi *sigmoid* bipolar (Politeknik Elektronika Negari Surabaya, 2005)

2.4.4. Metode *Perceptron*

Model jaringan *perceptron* ditemukan oleh Rosenblatt (1962) dan Minsky – Papert (1969). Model tersebut merupakan model yang memiliki aplikasi dan pelatihan yang paling baik pada era tersebut.

a. Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan *perceptron* mirip dengan arsitektur jaringan *Hebb*. Jaringan terdiri dari beberapa unit masukan (ditambah sebuah bias), dan memiliki sebuah unit keluaran seperti pada Gambar 2.21. Fungsi aktivasi bukan merupakan fungsi biner (atau bipolar), tetapi memiliki kemungkinan nilai $-1,0$ atau 1 .



Gambar 2.21. Arsitektur jaringan *perceptron*

Untuk suatu harga *threshold* θ yang ditentukan :

$$f(\text{net}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } \text{net} > \theta \\ 0 & \text{jika } -\theta \leq \text{net} \leq \theta \\ -1 & \text{jika } \text{net} < -\theta \end{cases} \quad (2.6)$$

Secara geometris, fungsi aktivasi membentuk 2 garis sekaligus, masing-masing dengan persamaan :

$$W_1X_1 + W_2X_2 + \dots + W_nX_n + b = \theta \quad (2.7)$$

dan

$$W_1X_1 + W_2X_2 + \dots + W_nX_n + b = -\theta \quad (2.8)$$

b. Pelatihan *Perceptron*

Misalkan :

s adalah vektor masukan dan t adalah terget keluaran.

α adalah laju pemahaman (*learning rate*) yang ditentukan.

θ adalah *threshold* yang ditentukan.

Algoritma pelatihan *perceptron* adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi semua bobot dan bias (umumnya $W_i=b=0$), tentukan laju pemahaman ($=\alpha$). Untuk penyederhanaan, biasanya α diberi nilai =1.
2. Selama ada elemen vektor masukan yang respon unit keluarannya tidak sama dengan target, lakukan :

- a. Set aktivasi unit masukan $X_i = S_i$ ($i=1, \dots, n$) (2.9)

- b. Hitung respon unit keluaran : $\text{net} = \sum_i x_i w_i + b$ (2.10)

- c. Perbaiki bobot pola yang mengandung kesalahan ($y \neq t$) menurut persamaan :

$$W_i (\text{baru}) = W_i (\text{lama}) + \Delta W \quad (i=1, \dots, n) \text{ dengan } \Delta W = \alpha t X_i \quad (2.11)$$

$$b(\text{baru}) = b (\text{lama}) + \Delta b \text{ dengan } \Delta b = \alpha t \quad (2.12)$$

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam algoritma tersebut :

- a. Iterasi dilakukan terus hingga semua pola memiliki keluaran jaringan yang sama dengan targetnya (jaringan sudah memahami pola). Iterasi tidak berhenti setelah semua pola dimasukkan seperti yang terjadi pada model *Hebb*.
- b. Pada langkah 2(c), perubahan bobot hanya dilakukan pada pola yang mengandung kesalahan (keluaran jaringan \neq target). Perubahan tersebut merupakan hasil kali unit masukan dengan target dan laju pemahaman. Perubahan bobot hanya akan terjadi kalau unit masukan $\neq 0$.
- c. Kecepatan iterasi ditentukan pula oleh laju pemahaman ($=\alpha$ dengan $0 \leq \alpha \leq 1$) yang dipakai. Semakin besar harga α , semakin sedikit iterasi yang diperlukan. Akan tetapi jika α terlalu besar, maka akan merusak pola yang sudah benar sehingga pemahaman menjadi lambat.

Algoritma pelatihan *perceptron* lebih baik dibandingkan model *Hebb* karena :

1. Setiap kali sebuah pola dimasukkan, hasil keluaran jaringan dibandingkan dengan target yang sesungguhnya. Jika terdapat perbedaan, maka bobot akan dimodifikasi. Jadi tidak semua bobot selalu dimodifikasi dalam setiap iterasinya.
2. Modifikasi bobot tidak hanya ditentukan oleh perkalian antara terget dengan masukan, tetapi juga melibatkan suatu laju pemahaman (*learning rate*) yang besarnya bisa diatur.
3. Pelatihan dilakukan berulang-ulang untuk semua kemungkinan pola yang ada hingga jaringan dapat mengerti polanya (ditandai dengan samanya semua keluaran jaringan dengan target keluaran yang diinginkan). Satu siklus

pelatihan yang melibatkan semua pola disebut *epoch*. Dalam jaringan *Hebb*, pelatihan hanya dilakukan dalam satu *epoch* saja. Teorema konvergensi perceptron menyatakan bahwa apabila ada bobot yang tepat, maka proses pelatihan akan *konvergen* ke bobot yang tepat tersebut.

Sumber : Siang (2009)

2.5. Jenis Gas

Pengujian gas yang dilakukan terdiri dari beberapa jenis, antara lain metanol, bensin, spiritus dan solar.

2.5.1. Metanol

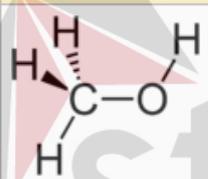
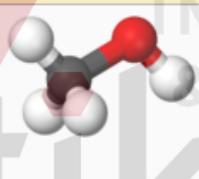
Metanol, juga dikenal sebagai *metil alkohol*, *wood alcohol* atau *Hidroksimetana*, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH₃OH. Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada "keadaan atmosfer" ia berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Ia digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan *additif* bagi etanol industri. Metanol diproduksi secara alami oleh metabolisme *anaerobik* oleh bakteri. Hasil proses tersebut adalah uap metanol (dalam jumlah kecil) di udara. Setelah beberapa hari, uap metanol tersebut akan teroksidasi oleh oksigen dengan bantuan sinar matahari menjadi karbon dioksida dan air.

Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbon dioksida dan air adalah sebagai berikut:



Api dari metanol biasanya tidak berwarna. Oleh karena itu, kita harus berhati-hati bila berada dekat metanol yang terbakar untuk mencegah cedera akibat api yang tak terlihat. Karena sifatnya yang beracun, metanol sering digunakan sebagai bahan aditif bagi pembuatan alkohol untuk penggunaan industri. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multi tahap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbon monoksida. Kemudian, gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Tahap pembentukannya adalah endotermik dan tahap sintesisnya adalah eksotermik. Keterangan dan karakteristik tambahan dari gas metanol tersusun pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Karakteristik gas metanol

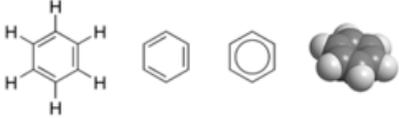
Methanol		Sifat	
		Rumus molekul	CH ₃ OH
		Massa molar	32.04 g/mol
		Penampilan	colorless liquid
		Densitas	0.7918 g/cm ³ , liquid
		Titik lebur	-97 °C, -142.9 °F (176 K)
		Titik didih	64.7 °C, 148.4 °F (337.8 K)
		Kelarutan dalam air	Fully miscible
		Keasaman (pK _a)	~ 15.5
		Viskositas	0.59 mPa·s at 20 °C
		Momen dipol	1.69 D (gas)
		Bahaya	
		Klasifikasi EU	Flammable (F) Toxic (T)
		NFPA 704	
		Frasa-R	R11, R23/24/25, Templat:R39/23/24/25
		Frasa-S	(S1/2), S7, S16, S36/37, S45
		Titik nyala	11 °C
Identifikasi			
Nomor CAS	[67-56-1]		
Nomor RTECS	PC1400000		
SMILES	CO		

Sumber: Methanol Institute (2008)

2.5.2. Bensin

Bensin, atau *petrol* (biasa disebut *gasoline* di Amerika Serikat dan Kanada) adalah cairan bening, agak kekuning-kuningan, dan berasal dari pengolahan minyak bumi yang sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar di mesin pembakaran dalam. Bensin juga dapat digunakan sebagai pelarut, terutama karena kemampuannya yang dapat melarutkan cat. Sebagian besar bensin tersusun dari *hidrokarbon alifatik* yang diperkaya dengan *iso-oktana* atau *benzena* untuk menaikkan nilai *oktan*. Kadang-kadang, bensin juga dicampur dengan *etanol* sebagai bahan bakar alternatif. *Benzena* dikenal dengan rumus kimia C_6H_6 , PhH. *Benzol* adalah senyawa kimia organik yang merupakan cairan tak berwarna dan mudah terbakar serta mempunyai bau yang manis. *Benzena* terdiri dari 6 atom karbon yang membentuk cincin, dengan 1 atom hidrogen berikatan pada setiap 1 atom karbon. *Benzena* merupakan salah satu jenis hidrokarbon aromatik siklik dengan ikatan pi yang tetap. *Benzena* adalah salah satu komponen dalam minyak bumi, dan merupakan salah satu bahan petrokimia yang paling dasar serta pelarut yang penting dalam dunia industri. Karena memiliki bilangan oktan yang tinggi, maka *benzena* juga salah satu campuran penting pada bensin. *Benzena* juga bahan dasar dalam produksi obat-obatan, plastik, bensin, karet buatan, dan pewarna. Selain itu, *benzena* adalah kandungan alami dalam minyak bumi, namun biasanya diperoleh dari senyawa lainnya yang terdapat dalam minyak bumi. Bensin yang digunakan dalam pengujian merupakan Premium, produksi Pertamina yang memiliki Oktan 88. Keterangan dan karakteristik tambahan dari *benzena* tersusun pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Karakteristik *benzena* salah satu kandungan pada bensin

Identifikasi		Bahaya	
			
Nama IUPAC [sembunyikan] Benzena (atau 1,3,5-sikloheksatriena)			
Nama lain [sembunyikan] Benzol			
Nomor CAS [71-43-2]		Klasifikasi EU (F) Carc. Cat. 1 Muta. Cat. 2 Toxic (T)	NFPA 704 
Nomor RTECS CY1400000			
SMILES <chem>c1ccccc1</chem> <chem>C1=CC=CC=C1</chem>			
Rumus molekul C ₆ H ₆		Frasa-R R45, R46, R11, R36/38, R48 /23/24/25, R65	
Massa molar 78,1121 g/mol		Frasa-S S53, S45	
Penampilan Cairan tak berwarna		Titik nyala -11 °C	
Densitas 0,8786 g/mL, zat cair			
Titik lebur 5,5 °C (278,6 K)			
Titik didih 80,1 °C (353,2 K)			
Kelarutan dalam air 0,8 g/L (25 °C)			
Viskositas 0,652 cP pada 20 °C			
Momen dipol 0 D			

Sumber : Collins (2007).

2.5.3. Spiritus

Spiritus merupakan jenis lain dari alkohol yang juga dikenal dengan nama *etil alkohol* yang mengandung 96% C₂H₅OH dan 4% H₂O, sedangkan alkohol dalam perdagangan terbagi dalam tiga macam yaitu alkohol prima dengan konsentrasi 95 – 96%, alkohol teknis dengan konsentrasi 94 – 95%, dan alkohol premium dengan kadar 96%. Alkohol prima dan premium dianggap murni karena jumlah impuritas (zat-zat pengotor) yang terkandung di dalamnya relatif kecil. Impuritas yang ada biasanya berupa minyak *fusel*, *methanol*, *aldehid*, *asam asetat*, dan zat-zat pereduksi lain. Alkohol teknis mempunyai impuritas (zat-zat pengotor) yang relatif lebih banyak. Alkohol teknis ini dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan spiritus dengan penambahan bahan-bahan lain dan penambahan zat pewarna yaitu metanol, minyak tanah, dan pewarna *metylen blue*. Spiritus

adalah alkohol yang mempunyai konsentrasi 94 – 95% yang digunakan sebagai pelarut dan bahan bakar (*fuel oil*) pengganti bahan bakar minyak yang tidak menimbulkan jelaga. Nopiyan (2010)

2.5.4. Solar

Solar adalah hasil dari proses perengkahan minyak bumi di *refinery*, merupakan campuran yang sangat kompleks dari senyawa-senyawa *hidrokarbon alifatik, olefinik* dan aromatik. Komposisi dari masing-masing senyawa sangat tergantung dari sumber minyak dan proses pengolahan yang dilakukan di kilang, jadi tergantung pula pada *manufacturer*. Perbedaan dari bensin (*gasoline*), minyak tanah (*kerosene*) dan solar (*diesel oil*) adalah kandungan senyawa hidrokarbon yang dominan.

Gasoline adalah campuran senyawa *hidrokarbon C5-C12* (beberapa sumber mencantumkan C4-C10) sedangkan premium adalah bensin murni plus (*TEL*) aditif *tetra etil lead* untuk menaikkan nilai oktan, yang kandungan timbalnya berbahaya jika residu yaitu saat keluar dari knalpot kendaraan dan terhisap oleh kita. Premix adalah premium plus zat aditif sekitar 10% MTBE yang lebih ramah bagi lingkungan. Super TT (tanpa timbal), hanya bensin murni plus MTBE/ETBE. sedangkan avtur, bahan utamanya juga *gasoline* murni, tapi diolah lebih lanjut dan ditambah aditif lainnya disesuaikan dengan mesin pesawat.

Kerosene adalah senyawa hidrokarbon dengan jumlah karbon lebih banyak (C10-C18), dan biasanya mengandung senyawa aromatik cukup tinggi. *Diesel oil* adalah senyawa hidrokarbon C12 atau lebih besar, biasanya kandungan bahan pengotornya lebih besar, karena berada pada fraksi minyak bumi yang lebih rendah. (Adityasari, 2002).

Diesel oil atau *biodiesel* merupakan nama yang diberikan untuk bahan bakar yang terdiri dari *mono-alkyl ester* yang dapat terbakar dengan bersih, berasal dari berbagai minyak tumbuhan atau lemak hewan, biasanya berupa *metil ester* atau *etil ester* dari asam lemak. Nama biodiesel telah disetujui oleh DOE (*Departemen of Energy*), EPA (*Environmental Protection Agency*) dan ASTM (*American Society of Testing Material*) sebagai industri energi alternatif. Berasal dari asam lemak yang sumbernya *renewable limit*, dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih bersih dibandingkan bahan bakar konvensional. *Biodiesel* tidak beracun, bebas dari belerang, aplikasinya sederhana dan berbau harum. *Biodiesel* dapat ditulis sebagai B100. B100 menunjukkan bahwa *biodiesel* tersebut murni 100% terdiri atas *mono-alkyl ester*. *Biodiesel* campuran ditandai seperti “BXX”, dimana “XX” menyatakan prosentase komposisi *biodiesel* yang terdapat di campuran tersebut, dengan kata lain B20 adalah 20% *biodiesel*, 80% minyak solar (Zuhdi dkk, 2003).

Biodiesel termasuk golongan alkohol dengan nama kimia *alkil ester*, bersifat sama seperti solar bahkan lebih baik nilai *cetananya*. *Biodiesel* dibuat lewat reaksi antar SVO (*Straight Vegetable Oil*) atau WVO (*Waste Vegetable Oil*) dengan metanol atau etanol dengan bantuan katalisator soda api (*caustic-soda* atau NaOH) atau KOH. Hasil adalah *metil ester (biodiesel)* dengan produk samping yaitu *gliserin* (Prihandana & Hendroko 2008).