BAB II

KERANGKA TEORITIS, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESA PENELITIAN

2.1. Kerangka Teoritis

2.1.1. Sensor MQ-5

Sensor gas MQ-5 yang digunakan, merupakan sensor dengan lapisan semikonduktor logam oksida yang terbentuk di atas sebuah substrat alumina pada sebuah sensing chip bersama dengan sebuah pemanas yang terintegrasi.[1]Gambar 2.1 memperlihatkan bentuk sensor MQ 5.

Gambar 2.1 Sensor MQ 5

Sensor gas MQ-5, sangat baik digunakan atau diaplikasikan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG (propana dan butana) di industri maupun rumah. Dalam penggunaanya, sebaiknya sensor MQ-5 ini terhindar dari alkohol maupun asap karena akan mempengaruhi

[1]Arif Nurhidayat. 2010. *Pengembangan dan Evaluasi Sistem Peringatan Dini untuk Kebocoran LPG Rumah Tang.*(Diunduh)http://www.scribd.com/doc/46266491/Microsoft-Word-Jurnal-Arif (Tanggal 8 Sepetember 2012)

sinyal keluaran sensor. Module sensor MQ-5 sudah dilengkapi dengan potensiometer untuk mengatur sensitivitas sensor. Berikut ini karakteristik dari sensor MQ-5 pada saat bekerja akan dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Specifications*/karakteristik dari sensor gas MQ-5 pada saat kondisi bekerja/*standartd work condition.*

Symbol	**Parameter**	**Technical Condition**	**Remarks**
V_C	*Circuit voltage*/Tegangan sirkuit	5 V = 0,1 A	AC or DC
V_H	*Heating voltage*/Tegangan pemanasan	5 V = 0,1 A	AC or DC
P_I	*Load resistance*/Resistansi beban	20 KΩ	
R_H	*Heater resistance*/Resistansi pemanas	31±10%	Suhu Ruangan
P_H	*Heating consumption*/ Konsumsi pemanas	Kurang dari 800 mw	

Sumber: Data Sheet Sensor Gas MQ-5

Tabel 2.1 karakteristik dari sensor gas MQ-5 pada saat kondisi bekerja tegangan sirkuit (V_C) adalah 5 Volt, dengan arus 0,1 Ampere dan dapat dihubungkan pada tegangan AC atau DC. Pemanas tegangan (V_H) adalah 5 Volt, dengan arus 0,1 Ampere dan dapat dihubungkan pada tegangan AC atau DC. Resistansi beban (P_I) adalah 20 KΩ. Resistansi pemanas (R_H) adalah 31 ±10% pada suhu ruangan. Konsumsi pemanas (P_H) adalah kurang dari 800 mw.

Berikut ini karakteristik dari sensor gas MQ-5 yang cocok ditempatkan pada kondisi lingkungan, akan dijelaskan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Specifications*/karakteristik dari sensor gas MQ-5 yang cocok ditempatkan pada kondisi lingkungan.

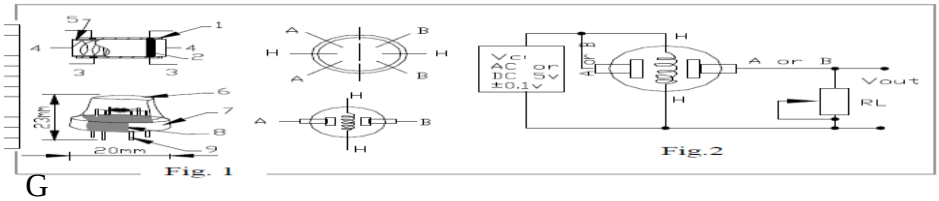
Symbol	**Parameter**	**Technical Condition**	**Remarks**
Tao	Menggunakan suhu	10°C - 50°C	
Tas	Simpan pada suhu	-20°C - 70°C	
R_H	Relative kelembaban	Kurang dari 95%R_H	
O_2	*Concentration* Oksigen	21% (Standar kondisi) *Oxygen concentration can affect sensitify*.	Nilai minimalnya lebih dari 2%

Sumber: Data Sheet Sensor Gas MQ-5

Tabel 2.2 karakteristik dari sensor gas MQ-5 yang cocok ditempatkan pada kondisi lingkungan menggunakan suhu (Tao) adalah 10°C - 50°C. Simpan sensor MQ-5 pada suhu (Tas) - 20°C sampai dengan 70°C. Sensor MQ-5 relative kelembaban (R_H) adalah kurang dari 95%. Konsentrasi oksigen (O_2) adalah standar kondisi 21% dan nilai minimalnya lebih dari 2%.

Berikut ini struktur dan konfigurasi, sirkuit dasar pengukuran dari sensor gas MQ-5, akan dijelaskan pada gambar 2.2.

Gambar 2.2 Struktur dan konfigurasi, sirkuit dasar pengukuran.



G

Gambar 2.2 Struktur dan Konfigurasi Sensor MQ-5
Sumber: Data Sheet Sensor Gas MQ-5

Rangkaian pada gambar 2.2 sensor MQ-5, bisa dibilang sangatlah sederhana karena rangkaiannya hanya berupa resistor dan sensor MQ-5 itu sendiri. Apabila hanya digunakan sebagai pendeteksi gas, dapat ditambahkan non inverting op-amp sehingga sistem yang menghasilkan tegangan keluaran yang sebanding dengan tegangan masukan yang diberikan.

Berikut tabel 2.3 Komponen dan bahan dari sensor MQ-5.

No	**Bagian/*Parts***	**Bahan/*Materials***
1	Gas sensing layer	SnO_2
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic	$A1_2O_3$
6	Anti-explosion network	Stainless steel gauze
7	Calmp ring	Copper plating Ni
8	Resin base	Bakelit
9	Tube Pin	Copper plating Ni

Sumber: Data Sheet Sensor Gas MQ-5

Tabel 2.3. komponen dan bahan dari sensor MQ-5 itu sendiri terbuat dari tabung keramik mikro barbahan $A1_2O_3$, lapisan sensitive

SnO_2, elektroda pengukur dan kawat pemanas yang dibungkus dalam jaring besi dan plastik.

Berikut ini karakteristik sensitivitas dari sensor gas MQ-5, akan dijelaskan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 *Sensitivity characteristic*/karakteristik sensitivitas dari sensor gas MQ-5

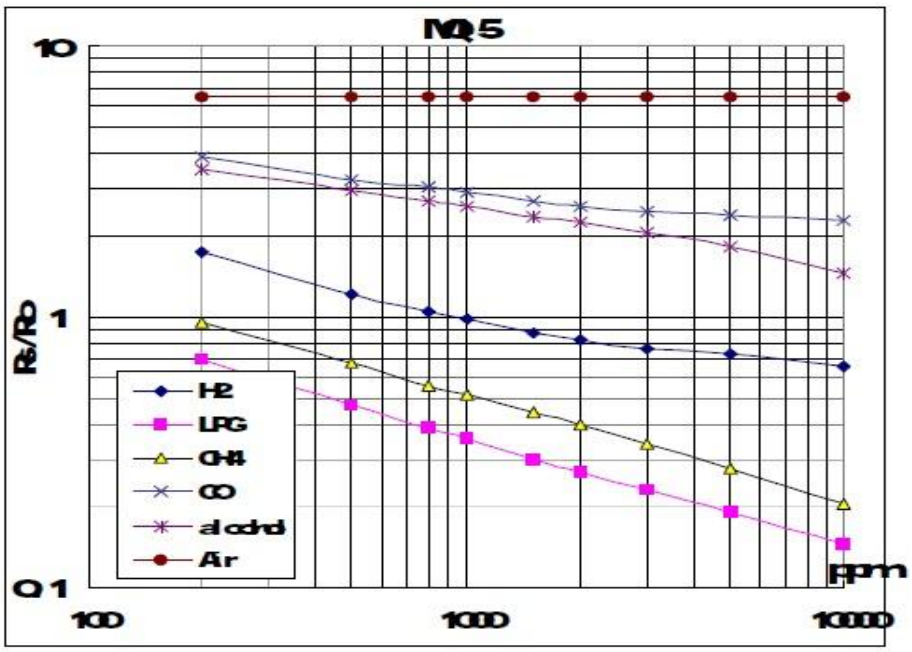
Symbol	**Parameter**	**Technical Parameter**	**Remarks**
Rs	Resistansi penginderaan	10KΩ-60KΩ (5000ppm methane)	Konsentrasi deteksi pada lingkup: 200-10000 ppm. LPG,LNG, Natural gas, iso-butane, propane, town gas.
A (5000ppm/1000 ppm CH_4)	Konsentrasi tingkat kemiringan	≤0,6	
Standar mendeteksi kondisi	Suhu: 20°C±2°C, Vc: 5V±0,1 Kelembaban: 65% ±5% Vh: 5V±0,1A		
Waktu Pemanasan/ *Preheat time*	Lebih dari 24 jam		

Sumber: Data Sheet Sensor Gas MQ-5

Tabel 2.4 karakteristik sensitivitas dari sensor gas MQ-5, resistansi penginderaan (Rs) adalah 10KΩ-60KΩ (5000 ppm methane). Konsentrasi tingkat kemiringan (A) adalah ≤0,6. Sensor gas MQ-5 standar mendeteksi kondisi pada suhu 20°C±2°C, dengan tegangan sirkuit (Vc) 5V±0,1 dengan Kelembaban 65% ±5% dan tegangan pemanas (Vh) 5V±0,1A. Waktu pemanasan pada sensor gas MQ-5 lebih dari 24 jam. Konsentrasi deteksi sensor gas MQ-5 pada lingkup

200-10000 ppm. Gas yang dapat dideteksi adalah LPG, LNG, Natural gas, iso-butane, propane, town gas.

Berikut ini adalah referensi gambar 2.3 grafik hubungan antara resistansi sensor dengan konsentrasi LPG (propana dan butana).



Gambar 2.3 Resistansi sensor MQ-5 terhadap jenis-jenis gas
Sumber: Data Sheet Sensor Gas MQ-5

Gambar 2.3 menunjukan sensitivitas sensor terhadap gas-gas yang terdapat di udara, pada grafik terlihat bahwa sensor dapat merespon dengan baik kadar konsentrasi gas LPG (propana dan butana) di udara, sehingga menghasilkan grafik yang linear. Linearitas dari sensor MQ-5 yang merupakan hal penting dalam pemilihan sensor.

2.1.2. Pengertian PLC

Apakah Programmable Logic Controller (PLC) itu? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, lebih dulu akan dijelaskan tentang sejarah PLC. Sebelum era PLC (sebelum tahun 1960-an) proses pengendalian di pabrik dilakukan oleh susunan relay yang membentuk suatu rangkian logika/*relay logic control.* Pada masa itu juga sangat banyak komponen mekanik yang digunakan dalam sistem kontrol di industri, seperti *cam, gear,* dan *lever*.

Salah satu kelemahan mendasar dari pengendali *relay logic control* adalah sulitnya memodifikasi sistem yang sudah ada, baik karena ada kesalahan, ataupun munculnya kebutuhan pengembangan sistem.[2] Untuk mengatasi kelemahan *relay logic control*, pada tahun 1969, General Motor Corporation, salah satu perusahaan otomotif dari Amerika Serikat memperkenalkan penggunaan PLC. Sesuai namanya, PLC merupakan pengendali yang dapat diprogram berdasar logika yang diberikan. Pada masa-masa awal PLC hanya dapat melakukan operasi sekuensial (sesuai dengan penamaan logika/*logic*) saja. Pada masa sekarang, PLC sudah dapat melakukan operasi analog, mulai dari operasi aritmatika sederhana sampai pada opersi integrasi secara numerik.

Programmable Logic Controller menurut National Electrical Manufacturers Assosiation (NEMA) adalah sebuah perangkat

[2]Handy Wicaksono, 2009. *Programmable Logic Controller*. Jakarta: Graha Ilmu, hal. 27.

elektronika digital yang menggunakan memori yang dapat diprogram dan direprogram sebagai penyimpanan internal dan menyediakan instruksi – instruksi untuk menjalankan fungsi-fungsi yang spesifik seperti *Logic, Sequence, Timing, Counting dan Aricmathic*.[3] PLC menggunakan bahan semiconductor dan IC untuk menggantikan fungsi dari *sequence control*. Gambar 2.4 memperlihatkan macam-macam PLC, berdasarkan konfigurasi fisik.

(1) Model Compact (2) Model Modular

Gambar 2.4 Konfigurasi fisik PLC Schneider
Sumber:http://repository.upi.edu/operator/upload/s_e5231_040321_chapter2.pdf

Berdasarkan pada gambar 2.4 konfigurasi fisik PLC Schneider terbagi menjadi 2, yaitu:

1. Model Compact

   Terdiri dari bagian prosesor, masukan-keluaran, catu daya dalam satu unit, umumnya berukuran kecil, mempunyai jumlah *input/output* relatif sedikit dan tidak dapat diekspan, dan tidak dapat ditambah modul-modul khusus.

[3]Syufrijal.2011. *konsep aplikasi dan komunikasi jaringan PLC.*Jakarta. hal.3

2. Model Modular

   Terdiri dari chasis dimana catu daya, CPU dan semua modul masukan dan keluaran sebagai perangkat keras yang dapat dipasang dan dilepas secara terpisah, berukuran besar, memungkinkan untuk diekspansi jumlah *input/output* sehingga jumlah lebih banyak, dan memungkinkan penambahan modul-modul khusus.

PLC secara khusus dirancang untuk dapat menangani suatu system control otomatis pada mesin-mesin industry ataupun aplikasi-aplikasi selain pada industri, seperti control lampu lalu lintas, air mancur, system bagasi pada lapangan terbang, penyinaran lapangan golf secara otomatis dan lain-lain.

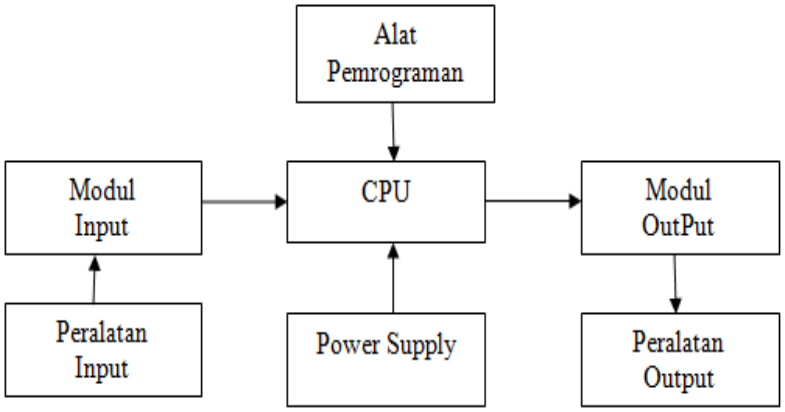
Di dalam otak CPU (*Central Processing Unit*) PLC dapat dibayangkan seperti kumpulan ribuan relay. Akan tetapi bukan berarti di dalamnya terdapat banyak relay dalam ukuran yang sangat kecil. Di dalam PLC berisi rangkaian elektronika digital yang dapat difungsikan seperti kontak NO (*Normally Open*) maupun kontak NC (*Normally Close*) dari relay. Bedanya dengan relay bahwa satu nomor kontak relay (baik NO maupun NC) pada PLC dapat digunakan berkali-kali untuk semua instruksi dasar, kecuali instruksi *output*. Jadi dapat dikatakan bahwa dalam suatu pemrograman PLC tidak diijinkan menggunakan *output* lebih dari satu dengan nomor kontak yang sama.

Dari kajian teoritis di atas dapat disimpulkan bahwa PLC adalah sebuah perangkat elektronika digital yang menggunakan

memori yang dapat merubah bahasa (perintah) logika menjadi sebuah program kontrol. Seperti kontrol lampu lalu lintas, bagasi lapangan terbang dan konveyor.

2.1.3. Prinsip Kerja PLC

Gambar 2.5 memperlihatkan prinsip PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari perlatan *input* luar seperti terlihat.



Gambar 2.5 Prinsip Kerja PLC
Sumber: Syufrijal.2011. *konsep aplikasi dan komunikasi jaringan PLC*.Jakarta.

Pada Prinsip PLC bekerja dengan cara menerima data-data dari peralatan *input* luar seperti gambar 2.5 diatas, seperti yang ditunjukan pada gambar 2.5 peralatan *input* dapat berupa sakelar, tombol, dan sensor. Data-data yang masuk dari peralatan *input* ini berupa sinyal *diskrit*/analog. Modul *input* ini akan mengidentifikasikan serta mengubah sinyal yang masuk tersebut ke dalam bentuk tegangan yang sesuai oleh CPU sehingga menjadi sinyal-sinyal digital. Kemudian oleh CPU yang ada di dalam PLC,

sinyal-sinyal digital tersebut akan diolah berdasarkan program yang telah disimpan di dalam memori dan selanjutnya sinyal tersebut dikirim ke modul *output*. Bentuk sinyal digital ini akan diubah oleh modul *output* menjadi sinyal yang dapat digunakan untuk menjalankan peralatan *output* yang dapat berupa lampu, katup, motor, kontaktor ataupun relay. Peralatan *output* inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

2.1.4. Bagian-Bagian PLC

Bagian PLC pada prinsipnya tidak jauh berbeda dari perangkat keras yang dimiliki oleh komputer, yaitu terdiri dari CPU, Modul *Input*, Modul *Output*, Peralatan *Input*, Peralatan *Output*, Alat Pemrograman dan Catu daya

2.1.4.1. CPU (*Central Processing Unit*)

Adalah merupakan peralatan untuk mengolah masukan (*input*) logika dan program tersebut menjadi sebuah sistem kontrol yang terarah dan sistematis. Peralatan ini dapat berupa CPU PLC. CPU berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori, mendekodenya dan kemudian mengeksekusi instruksi tersebut. Selama proses tersebut, CPU akan menghasilkan sinyal kontrol, memindahkan data ke I/O port sebaliknya, melakukan fungsi aritmatika dan logika juga mendeteksi sinyal dari luar CPU.

CPU pada umumnya terdiri dari 3 unsur utama, yaitu processor, memori, dan catu daya.

1. Processor/Kecerdasan

Processor/Kecerdasan yang dimiliki oleh PLC berasal dari sesuatu integreted circuit (IC) yang disebut microprocessor (µP), seluruh operasi data *handling*, *aritmatik*, dan *diagnosa* dilakukan oleh microprocessor (µP). Tugas microprocessor (µP) adalah memberi komando dan mengatur aktifitas seluruh sistem. Dalam melaksanakan fungsinya, microprocessor (µP) menginterpretasi dan mengeksekusi sekumpulan sistem program yang tersimpan secara permanen, berada di dalam *controller* dan merupakan bagian dari *controller* itu sendiri.

2. Memori

Memori adalah bagian yang penting dalam PLC, deretan instruksi atau program, dan data disimpan di dalam sistem memori. Dua pertimbangan pokok yang melandasi pemakaian memori untuk menyimpan program terapan adalah kemampuan menyimpan program (secara permanen atau tidak), dan fasilitas untuk perubahan.

Sistem memori PLC dibagi berdasarkan tugas yang diberikan:

2.1. Executive Memory

adalah lokasi memori untuk menyimpan kumpulan program secara permanen yang merupakan instruksi *software*, yaitu relay *instruction*, *block transfer*, dan *math instruction*. Lokasi memori ini tidak tersedia bagi pemakai tetapi memori ini yang menjalankan sistem.

2.2. Application Memory

Lokasi *memory* untuk menyimpan kumpulan *user* program (program pemakai), yaitu area yang menyimpan *ladder diagrams, timers*, dan data-data yang telah terkumpul. Ada beberapa type *memory* PLC, yaitu:

2.2.1. ROM (*Read Only Memory*)

ROM di rancang untuk menyimpan secara permanen yang telah *fixed*. Isinya masih bisa diuji dan dibaca tetapi tidak bisa diubah, ROM tidak memerlukan *back up power* untuk menjaga memorinya. *Executive* program biasanya disimpan di ROM.

2.2.2. RAM (*Random Access Memory*)

RAM dikenal sebagai read write *memory* dan dirancang supaya informasi dapat ditulis dan dibaca dari lokasi manapun. Ada 2 jenis RAM, *Volatile* dan *Nonvolatile*. Volatile memerlukan battery back-up kalau power hilang, sedangkan nonvolatile RAM akan menjaga programmnya meskipun power hilang.

2.2.3. PROM (*Programmable Read Only Memory*)

Memori ini biasanya digunakan untuk program yang diyakini benar untuk sistem kontrol dengan PLC. Jika dibutuhkan perubahan algoritma pada sistem kontrol tersebut, maka PROM harus diganti (*diupload*) dengan program baru. PROM bisa dipergunakan sebagai *backup* permanen *user* program.

2.2.4. EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*)

Memori ini mirip PROM, tetapi masih dapat dihapus dengan dengan membuka jendela di bagian atas IC dengan disinari UV selama beberapa menit. EPROM bisa dipertimbangkan sebagai alat penyimpanan semi permanen sehingga akan menyimpan sebuah program secara permanen sampai dirasakan perlu adanya perubahan.

2.2.5. EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*)

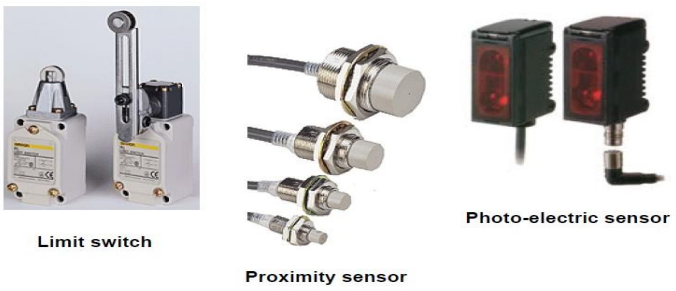
Memori ini mirip EPROM, tetapi cara penghapusannya lebih fleksibel. Cara penghapusan program dengan memberikan tegangan kedua kaki-kaki (pin) memori untuk proses '*burning*'. Hal ini berarti bahwa tipe memori ini bisa dipakai berulang.

3. *Power Supply*/Catu Daya

Catu daya listrik adalah alat yang digunakan untuk memberikan pasokan catu daya keseluruh bagian PLC (termasuk CPU, *memory* dll). Kebanyakan PLC bekerja pada catu daya 24 VDC atau 220 VAC.

2.1.4.2. Peralatan Input dan Output

Gambar 2.6 berikut ini adalah peralatan input PLC biasa digunakan pada perusahaan.



Gambar 2.6 Peralatan Input
Sumber: http://te.ugm.ac.id/~enas/schneider/Twido%20-%20Handout/01.%20Introduction%20to%20PLC.pdf

Gambar 2.6. Perlatan *input seperti Limit switch, Photo sensor, dan Proximity switch* adalah jenis *switch yang* paling populer yang memberikan logika 0 atau 1 secara permanen.[4]

[4]Handy Wicaksono, 2009. *Programmable Logic Controller*. Jakarta: Graha Ilmu, hal. 3.

Adapun fungsi dari peralatan *input* adalah sebagai berikut:

1. Mendeteksi ketika sinyal diterima dari sensor.
2. Mengkonversi sinyal *input* menjadi *level* tegangan yang bisa diterima *processor*.
3. Mengisolasi PLC dari fluktuasi tegangan atau arus sinyal *input*.
4. Mengirim sinyal ke indikator *input* PLC sehingga bisa diketahui *input* mana yang sedang menerima sinyal.

Sedangkan peralatan *output* terdapat pada gambar 2.7.

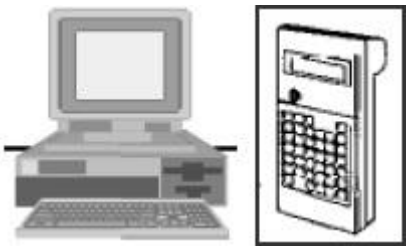
Gambar 2.7 Peralatan Output
Sumber: http://te.ugm.ac.id/~enas/schneider/Twido%20-%20Handout/01.%20Introduction%20to%20PLC.pdf

Gambar 2.7 *motor stater*, *lampu indikator*, *dan relay* adalah jenis peralatan *output* yang biasa dihubungkan ke PLC, adapun fungsi adalah sebagai berikut:

1. *Output unit* pada PLC juga berfungsi sebagai *interface* terhadap peralatan luar.
2. *Output* PLC bertindak sebagai *switch* terhadap *power supply* untuk mengoperasikan peralatan *output* misalnya *pilot lamp*, dan relay.

2.1.4.3. Alat Pemrograman

Gambar 2.8 memperlihatkan alat pemrograman PLC.



Gambar 2.8 Alat Pemrograman
Sumber: Syufrijal.2011. *konsep aplikasi dan komunikasi jaringan PLC.*Jakarta.

Gambar 2.8 alat pemrograman adalah suatu alat pemrograman yang berupa computer/PC ataupun *Hand Held Programmer* (Programming console). Alat pemrograman digunakan untuk memasukan, mengedit, memodifikasi dan memantau program yang ada didalam PLC.

2.1.4.4. Modul Input - Output

Modul *input - output* adalah perantara dari PLC ke peralatan dunia nyata.[5] Modul *input - output* pada PLC *compact* umumnya sudah *bulit-in* di PLC. Sedangkan untuk PLC *modular* berupa modul I/O tersendiri yang terpisah dari CPU.

[5]Handy Wicaksono, 2009. *Programmable Logic Controller*. Jakarta: Graha Ilmu, hal. 35.

2.1.5. Pengalamatan dan Instruksi Dasar PLC Schneider

2.1.5.1. Konfigurasi PLC Schneider

Sebelum dapat memprogram PLC schneider, pengguna/*user* harus melakukan konfigurasi, mulai dari prosesor, *memory card*, modul *input* dan modul *output* yang digunakan. Gambar 2.9 konfigurasi PLC Schneider terlampir di lampiran 1 halaman 125.

2.1.5.2. Bit Addressing pada PLC Schneider

Pengalamatan bit pada PLC Schneider mengikuti aturan yang tertulis pada tabel 2.5 berikut.

Type	Address (or value)
Immediate value	0 or 1 (false or true)
Input bits Output bits	%Ix.i or %Xx.i %Qx.i or QXx.i
Internal bits	%Mi or %Mxi
System bits	%Si
Function block bits	eg: %Tmi.Q %Dri.F....
Grafcet bits	%Xi, %XMj, %Xj.i...
Word extract bits	eg: %MW10:X5

Sumber: Handy Wicaksono, 2009. *Programmable Logic Controller*. Jakarta: Graha Ilmu, hal. 110.

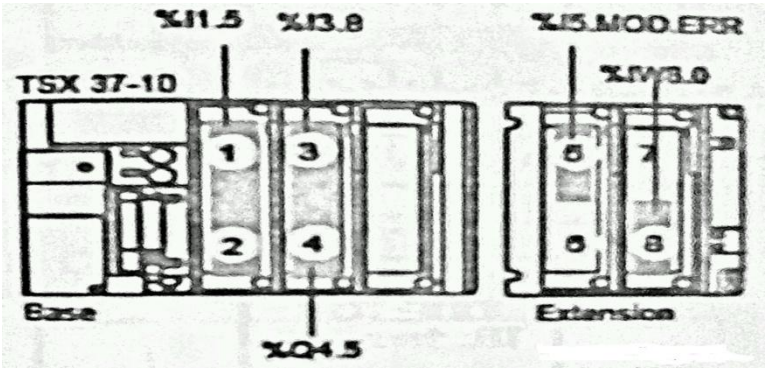
Sedangkan aturan pengalamatan pada modul *input/output* yang digunakan oleh PLC Schneider ialah sebagai berikut.

Tabel 2.6 Aturan Pengalamatan pada Modul *Input/Output* PLC Schneider.

%	I or Q	X,W,or D	x	y	.	I
Symbol	Type of object I:Input O: Output	Format X:Booelan W:Word D:DoubleWord	Rack Address (0 to 7)	Module Position (00 to10)	.	Channel Number (0 to 127)

Sumber: Handy Wicaksono, 2009. *Programmable Logic Controller*. Jakarta: Graha Ilmu, hal. 111.

Pada gambar 2.10 berikut ini contoh pengalamatan pada modul input/output PLC Schneider.



Gambar 2.10 Contoh Pengalamatan pada Modul Input/Output PLC Schneider.
Sumber: PL7 Referen Manual (Schneider)

2.1.5.3. Instruksi Dasar PLC Schneider

Instruksi dasar yang dimiliki PLC Schneider ini hampir sama dengan PLC lain pada umumnya. Berikut ini gambar 2.11 daftar instruksi dasar PLC Schneider terlampir pada lampiran 2 halaman 130.

Timer yang digunakan pada PLC Schneider memiliki simbol gambar 2.12 terlampir pada lampiran 2 halaman 130. Jenis Timer yang dimiliki oleh PLC Schneider adalah: *on delay timer* (TON), *off delay timer* (TOF), *monostable* (TP). Cara kerja jenis *timer* ini secara umum akan dijelaskan:

1. Timer On Delay (TON)

Timer jenis ini bekerja dengan menunda pengaktifan output selama beberapa waktu tertentu setelah input pemicu diaktifkan. Jenis ini merupakan *default* bagi timer yang dibuat untuk pertama kalinya. Gambar 2.13 timer on delay terlampir pada lampiran 2 halaman 130.

2. Timer Off Delay (TOF)

Timer jenis ini bekerja dengan menunda matinya *output* selama beberapa waktu tertentu setelah *input* untuk mematikan *output* diaktifkan. Gambar 2.14 *timer off delay* terlampir pada lampiran 2 halaman 130.

3. Monostable (TP)

Timer jenis ini bekerja dengan memberikan suatu pulsa yang lebarnya tetap setiap kali *input* pemicu diaktifkan. Gambar 2.15 monostable terlampir pada lampiran 2 halaman 131.

Sedangkan Counter pada PLC Schneider merupakan *up-down counter* yang dapat berfungsi sebagai *up counter* sekaligus *down counter*. Gambar 2.16 contoh counter dalam aplikasi ladder diagram terlampir pada lampiran 2 halaman 131.

2.1.6. Bahasa Pemrograman PLC

Bahasa apakah yang digunakan untuk memprogram PLC? Sesuai dengan standar IEC 61131-3 (International Electrotechnical Commission), badan standarisasi dunia dalam bidang teknik elektro, ada beberapa cara pemrograman PLC yaitu:

1. Ladder Diagram
2. Function Block Diagram
3. Structured Text
4. Instruction List
5. Sequential Function Chart

PLC yang dibuat setelah standar ditentukan harus bisa diprogram menggunakan minimal 5 program di atas. Pada bagian ini hanya akan dibahas ladder diagram dan instruction list:

2.1.6.1. Ladder Diagram

Ladder Diagram merupakan metode pemrograman PLC yang paling populer, karena PLC pertama yang diciptakan menggunakan bahasa *ladder diagram*. Hal ladder diagram dikarenakan, PLC merupakan kelanjutan dari *relay logic control*, yang sebelumnya juga menggunakan *relay ladder logic.* Istilah ladder digunakan karena bentuk bahasa PLC mirip dengan tangga/*ladder.* Gambar 2.17 memperlihatkan *ladder diagram pemrograman* terlampir pada lampiran 3, halaman 132.

2.1.6.2. Instruction List

Programming console adalah suatu alat pemrograman PLC yang digunakan untuk memasukan, mengedit, memodifikasi dan memantau program yang ada di dalam memori PLC. Bahasa pemrograman yang dimasukan melalui programming console adalah berupa daftar pernyataan atau kode mnemonic. Gambar 2.18 Kode mnemonic terlampir pada lampiran 4, halaman 133.

2.1.7. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*)

Liquefied Petroleum Gas (LPG) atau gas petroleum merupakan gas hasil dari kilang minyak (kilang BBM) dan kilang gas sebagai hasil penyulingan minyak mentah, berbentuk gas. Komponen utamanya adalah gas propana (C3H8) dan butane (C4H10) kurang lebih 99 % dan selebihnya adalah zat pembau.[6] LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2,01 (dibandingkan dengan udara). Perbandingan komposisi, propana (C3H8) : butane (C4H10) = 30 : 70.

Secara umum LPG bersifat:

1. Berat jenis gas pada LPG lebih besar dari udara
   1.1. Butana mempunyai berat jenis dua kali lipat dari berat jenis udara.
   1.2. Propana mempunyai berat jenis satu setengah kali lipat dari jenis udara.
2. Perbandingan komposisi propana (C3H8) : butana (C4H10) = 30 : 70.
3. Tidak mempunyai sifat pelumasan terhadap metal.
4. Zat pembau (*mercaptane*) biasa ditambahkan kepada LPG untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas LPG dapat dideteksi dengan cepat.
5. Tidak mengandung racun.

[6]Indah & Lutfito, 2012. *Model Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Mikrokontroler Dengan SMS Gateway*. Universitas Negeri Jakarta: Fakultas Teknik

Selain digunakan sebagai bahan bakar, gas LPG digunakan pula sebagai bahan penekan. Digunakan untuk hasil produksi yang berjenis spray, seperti deodorant, minyak wangi spray, cat pilok, dan kosmetik sejenisnya. Jenis LPG yang ada di pasaran adalah:

1. LPG Mix, merupakan campuran antara propana (C3H8) dan butana (C4H10) dengan komposisi antara 20 % - 30 % dan 70 % - 80 % volume dan ditambahkan oleh odor atau pembau (*Ethil Mercaptane*). Umumnya digunakan sebagai bahan bakar untuk rumah tangga.
2. LPG Propana, merupakan LPG yang mengandung propana 95 % volume masing-masing dan ditambahkan dengan odor atau pembau (*Ethil Mercaptane*), umumnya digunakan untuk industri.
3. LPG Butana, merupakan LPG yang mengandung butana 97,5 % volume dan ditambahkan dengan odor atau pembau (*Ethil Mercaptane*). Umumnya digunakan untuk industri.

2.1.8. Proses Gas Meledak

Bahan bakar gas (BBG) baru akan meledak dan atau terbakar bila melibatkan tiga unsur sekaligus yaitu adanya udara (oksigen), suhu, dan gas itu sendiri.[7] Bila campuran gas di udara mencapai sekitar 4% pada suhu tertentu, kondisi itu akan mengakibatkan

[7]Francicsca Dewi.2009. *Kegunaan LPG dalam kehidupan rumah tangga dan industri*. (Diunduh) http://dc370.4shared.com/doc/5g0XpwqI/preview.html (Tanggal 14 September 2012)

ledakan. Tetapi bila kadarnya di bawah itu, yang terjadi adalah terbakarnya gas alias kompor itu menyala.

Contoh terbakarnya gas pada tabung serupa dengan proses menyalakan korek api gas. Ketika roda gigi pemantik api diputar, muncullah loncatan bunga api. Selanjutnya, ketika ibu jari menekan klep pembuka gas cair di dalam tabung korek api itu, gas pun keluar bercampur dengan udara. Akibat panas dari bunga api, gas yang keluar itu pun terbakar, menghasilkan nyala api berwarna biru dibagian bawah dan kuning di bagian atas.

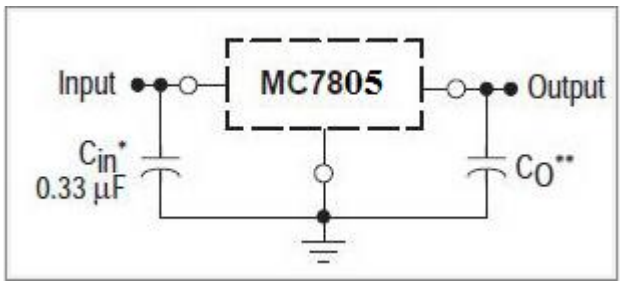
Begitu pula proses kerja korek api bensin zaman dulu, bensin yang cair keluar sebagai gas melalui sumbu. Sedangkan panas pada korek api kayu berasal dari pergesekan kepala korek dengan dinding yang telah diberi bahan kimia. Jadi, dapat dibayangkan betapa dahsyatnya bila bunga api kecil itu menyambar gas yang mengapung di udara.

2.1.9. Regulator Tegangan

Pada sebuah rangkaian digital, tegangan yang digunakan sebesar 5 volt, untuk dapat memasok tegangan 5 volt pada rangkaian digital perlu digunakan rangkaian regulator tegangan. Regulator tegangan berfungsi untuk menurunkan tegangan masukan menjadi tegangan 5 volt.[8]Salah satu tipe regulator tegangan tetap adalah 7805.

[8]Winarno & Deni Ariafianto. 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta : PT.Kawasan Pustaka.

Regulator tegangan tipe 7805 adalah salah satu regulator tegangan tetap dengan tiga terminal, yaitu terminal VIN, GND dan VOUT.[9] Tegangan keluaran dari regulator 7805 memungkinkan regulator untuk dipakai dalam sistem logika, instrumentasi dan Hifi. Regulator tegangan 7805 dirancang sebagai regulator tegangan tetap, meskipun demikian dapat juga keluaran dari regulator ini diatur tegangan dan arusnya melalui tambahan komponen eksternal. Pada umumnya catu daya selalu dilengkapi dengan regulator tegangan. Tujuan pemasangan regulator tegangan pada catu daya adalah untuk menstabilkan tegangan keluaran apabila terjadi perubahan tegangan masukan pada catu daya. Fungsi lain dari regulator tegangan adalah untuk perlindungan dari terjadinya hubung singkat pada beban. Cara pemasangan dari regulator tegangan tetap 7805 pada catu daya dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Pemasangan Regulator Tegangan
Sumber: http://elektronika-dasar.com/komponen/regulator-tegangan-positif-78xx/

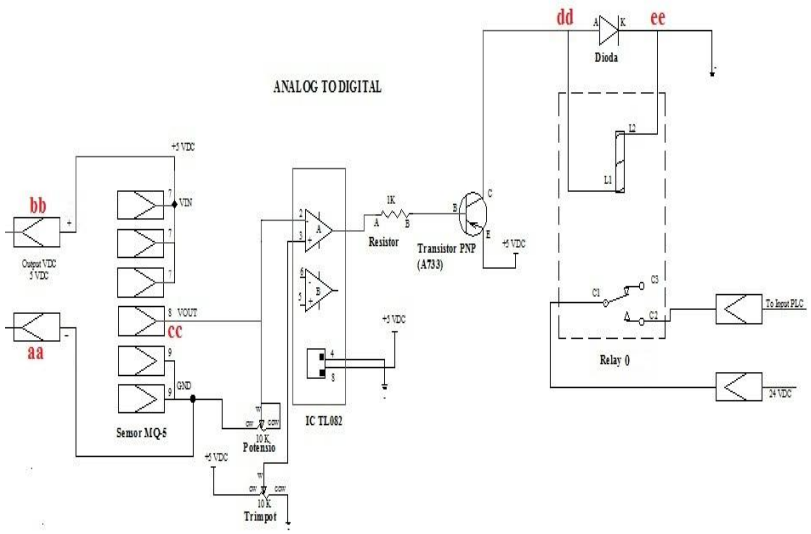
[9]Eldas,2012.Regulator Tegangan Positif 7805. (Diunduh) http://elektronika-dasar.com/komponen/regulator-tegangan-positif-78xx/(Tanggal 28 September 2012)

2.1.10. Proses Perubahan Sinyal Analog ke Sinyal Digital

Rangakain op-amp non-inverting termasuk dalam sistem analog linear yaitu sistem yang menghasilkan tegangan keluaran yang sebanding dengan tegangan masukan yang diberikan. Op-amp non-inverting adalah rangkaian penguat yang sinyal masukannya diberikan pada *input* non-inverting dan menghasilkan *output* dengan sudut fase sama dengan sudut fase tegangan *input.*[10]

Sama halnya dengan alat pendetektoran kebocoran gas LPG yang memakai rangkaian *Non Inverting AMP*, karena dari *output* sensor MQ-5 menghasilkan sinyal analog antara tegangan 0 volt sampai 5 volt, kemudian sinyal tersebut dikirim ke IC TL 082, setalah itu IC TL 082 mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, mengapa bisa berubah sinyal analog menjadi sinyal digital? karena tegangan yang masuk dari sensor MQ-5 berupa sinyal analog, kemudian sinyal ini masuk ke IC TL 082, yang akan dibandingkan dengan tegangan yang masuk dari trimpot ke IC TL 082, dengan kata lain IC TL 082 *mengcompare* sinyal anlog menjadi sinyal digital setelah itu tegangan digital yang keluar dari IC TL082 akan memberikan sinyal ke kaki basis transistor untuk menghubungkan emitor ke colector sehingga relay 0 bekerja. Gambar 2.20 memperlihatkan rangkaian pengubah sinyal analog ke sinyal digital.

[10]Winarno & Deni Ariafianto. 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta : PT.Kawasan Pustaka.



Gambar 2.20 Rangkaian pengubah sinyal analog ke sinyal digital
Sumber: Winarno & Deni Ariafianto. 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta : PT.Kawasan Pustaka.

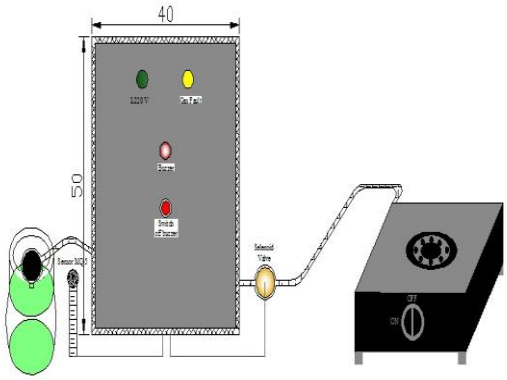
2.1.11. Potensiometer (Tranduser)

Potensiometer merupakan komponen resistor tiga terminal. Jika ketiga terminal digunakan, potensiometer berfungsi sebagai rangkaian pembagi tegangan.[11] Namun jika hanya dua terminal (terminal bagian tengah dan salah satu terminal bagian tepi) yang digunakan, potensiometer berfungsi sebagai resistor variabel atau reostat. Potensiometer juga berfungsi sebagai sensor atau tranduser mekanik. Contoh penggunaan potensiometer adalah untuk mengatur volume radio.

.

[11]Winarno & Deni Ariafianto. 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jakarta : PT.Kawasan Pustaka.

2.2. Kerangka Berfikir



Gambar 2.21 Alat Deteksi Kebocoran LPG

Kebanyakan dari alat pengaman gas yang ada dipasaran tidak memliki standar kualitas, keamanan yang baik dan awet, seperti tidak adanya alarm tanda peringatan bocornya gas LPG, lampu indikator tanda gas *fault*, dan selenoid valve otomatis. Oleh karena itu peneliti membuat simulasi bagaimana agar suara *sirine* tanda kebocoran gas LPG aktif, lampu indikator tanda gas *fault* nyala secara otomatis, dan *selenoid valve* akan menutup aliran gas secara otomatis. Hal tersebut akan bekerja secara otomatis jika gas LPG bocor dan keluar gas sehingga sensor gas MQ-5 mendeteksi adanya gas yang bocor. Sensor MQ-5 mengirim sinyal yang berubah-ubah seiring perubahan gas yang diterimanya/*analog* ke IC TL082, IC TL082 mengubah sinyal analog menjadi sinyal diskrit/*digital*. Sinyal diskrit/*digital* dikirim ke transistor, setelah itu transistor menghubungkan sinyal digital ke relay 0, sehingga relay 0 bekerja. Setelah itu sinyal dari relay dikirim ke modul *input* PLC, modul *input* ini akan mengidentifikasikan serta mengubah sinyal yang masuk dan mengubah tegangan yang sesuai oleh kebutuhan CPU. Sinyal-sinyal digital yang ada di dalam CPU akan diolah berdasarkan program yang

telah disimpan di dalam memori dan selanjutnya sinyal digital dikirim ke modul *output*. Bentuk sinyal digital ini akan diubah oleh modul *output* menjadi sinyal yang dapat digunakan untuk menjalankan peralatan *output* yang dapat berupa *buzzer* atau sirine, lampu gas *fault, dan* selenoid *valve* atau katup otomatis.Peralatan *output* inilah yang nantinya akan mengoperasikan sistem atau proses yang akan dikontrol.

Kemampuan utama dari pendetektor kebocoran gas LPG ini adalah PLC. Alasan peneliti memakai PLC karena lebih fleksibel dalam penggunan perangkat (*input*) dan tidak memerlukan sentuhan oleh manusia melainkan sensor MQ-5. Tetapi untuk mematikan *sirine* atau *buzzer* akan memerlukan sekali sentuhan.Gambar 2.22 memperlihatkan diagram alir proses pendeteksi kebocoran gas LPG

Gambar 2.22 Diagram Alir Proses PendeteksiKebocoran Gas LPG

2.3. Hipotesis Penelitian

Untuk dapat mengarahkan hasil penelitian, disampaikan suatu hipotesis penelitian. Hipotesis ini akan diuji kebenarannya. Adapun hipotesis yang akan diuji kebenarannya adalah simulasi alat pendeteksi kebocoran gas LPG dapat bekerja secara otomatis pada saat terjadi kebocoran pada tabung gas LPG 3 kg.