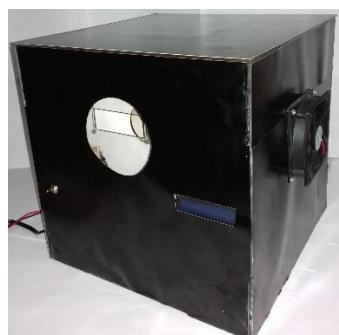




***Prototype Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada
Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan
Korona***

PROYEK AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



OLEH:
ANGGI NOVI TRIANA
NIM. 14507134008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN
PROYEK AKHIR

**PROTOTYPE ALAT PENURUN NILAI KONSENTRASI GAS KARBON
MONOKSIDA PADA RUANG MEROKOK BERBASIS ARDUINO NANO
DENGAN METODE PLASMA LUCUTAN KORONA**

Oleh:

ANGGI NOVI TRIANA

14507134008

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Untuk diuji

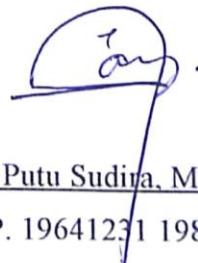
Yogyakarta, 20 Agustus 2018

Mengetahui,
Kaprodi Teknik Elektronika

Menyetujui,
Pembimbing Proyek Akhir



Dr. Dra. Sri Waluyanti, M.Pd.
NIP. 19581218 198603 2 001



Dr. Putu Sudira, M.P.
NIP. 19641231 198702 1 063

**LEMBAR PENGESAHAN
PROYEK AKHIR**

**Prototype Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada
Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan
Korona**

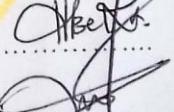
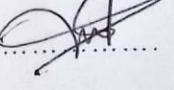
Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

ANGGI NOVI TRIANA

14507134008

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Pada tanggal 24 Agustus 2018
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar
Ahli Madya Teknik

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

No	Jabatan	Nama Lengkap	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ketua Penguji	Dr. Putu Sudira, M.P.		27 / 08 2018
2.	Sekretaris Penguji	Bekti Wulandari, S.Pd.T., M.Pd.		27 / 08 2018
3.	Penguji Utama	Drs. Djoko Santoso, M.Pd.		26 / 08 2018

Yogyakarta, 27 Agustus 2018

Megetahui,

Dengan Fakultas Teknik UNY

Dr. Wigarto, M.Pd.

NIP. 19631230 198812 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggi Novi Triana

NIM : 14507134008

Program Studi : Teknik Elektronika D-III

Judul Proyek Akhir : *Prototype Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon*

Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano

Dengan Metode Plasma Lucutan Korona

Dengan ini saya menyatakan proyek akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam masalah dan disebutkan dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 20 Agustus 2018

Yang menyatakan,

Anggi Novi Triana

NIM. 14507134008

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal itu amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.” (Q.S Al-Baqarah: 216)

“Seharusnya aku tidak meragukan jalan yang kupilih.” (Yook Seung Jae)

“Kita sangat gelisah jika tidak bisa mengatasi kekhawatiran kita. Langkah pertama mengurangi kegelisahan adalah bertindak.” (Lee Seung Gi)

“Jika semua rencanamu tidak berjalan dengan baik, itu bukan akhir. Kita harus mencoba yang terbaik dan mendapatkan impian kita.” (Yoon Eun Jae)

“Sebelum merasa frustasi dengan situasi yang sedang kamu hadapi, ingatlah selalu bahwa kamu tidak pernah tahu kebaikan apa yang sedang Allah rencanakan untukmu.”

“Jangan pernah berhenti berdoa, tak peduli seberapa suram dan terpuruknya hidupmu. Jagalah selalu imanmu.” (Dr. Bilal Philips)

Berbahagialah dengan apa yang kamu miliki, sementara sedang mengusahakan untuk apa yang kamu inginkan. Ingatlah, hidup bahagia dan sukses itu dimulai dari Allah dan berakhir untuk Allah

LEMBAR PERSEMPAHAN

Dengan rahmat Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang. Dengan ini saya persembahkan karya ini untuk:

Ibu dan Bapak saya yang telah memberikan cinta, kasih sayang, dukungan serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya. Untuk Ibu, terima kasih karena telah melahirkan dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang. Untuk Bapak, terima kasih atas kerja keras dan perjuanganmu untuk kebahagiaan saya. Ucapan terima kasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan kalian, karena itu terimalah persembahan kecil ini sebagai tanda bakti dan cintaku untuk kalian.

Kakak-kakak saya serta keponakan-keponakan saya tercinta yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan karya ini.

Seseorang yang jauh disana yang selalu memberikan limpahan kasih sayang, semangat serta doa yang tulus untukku. Aku persembahkan karya ini untukmu, sebagai tanda terima kasih atas kesabaran dan kebaikan hatimu selama ini.

Dosen pembimbing proyek akhir, Dr. Putu Sudira, M.P. selaku pembimbing proyek akhir. Terimakasih atas bimbingan, ilmu dan nasehat yang telah engkau berikan.

Teman-teman Teknik Elektronika UNY 2014 yang senantiasa membantu pengerjaan proyek akhir ini.

PROTOTYPE ALAT PENURUN NILAI KONSENTRASI GAS KARBON MONOKSIDA PADA RUANG MEROKOK BERBASIS ARDUINO NANO DENGAN METODE PLASMA LUCUTAN KORONA

Oleh : Anggi Novi Triana
NIM : 14507134008

ABSTRAK

Pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk merealisasikan rancangan rangkaian perangkat keras dan perangkat lunak serta mengetahui unjuk kerja dari suatu *Prototype* Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona. Alat ini berfungsi untuk mengukur dan menurunkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok.

Metode yang digunakan dalam *Prototype* Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona menggunakan metode rancang bangun yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu (1) Identifikasi kebutuhan, (2) Analisis kebutuhan, (3) Perancangan sistem, (4) Perancangan perangkat lunak, (5) Pembuatan alat dan (6) Pengujian alat. Alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok bekerja dengan dikontrol oleh sebuah Arduino Nano. Bahasa pemrograman dibuat menggunakan software Arduino IDE. Hardware pada *prototype* alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida terdiri dari rangkaian input dan output yaitu, sensor MQ 7 untuk mendeteksi gas CO. Tampilan *display* menggunakan LCD 16x2, serta menggunakan *driver flyback* untuk mengontrol transformator *flyback* guna menghasilkan plasma lucutan korona.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa unjuk kerja *Prototype* Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona secara keseluruhan cukup berfungsi dengan baik, yaitu saat sensor mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida maka hasilnya akan diolah oleh Arduino Nano sehingga menghasilkan output sesuai dengan program Arduino. Jika sensor mendeteksi konsentrasi gas karbon monoksida lebih dari 10 ppm maka *driver flyback on* dan transformator *flyback* menghasilkan plasma lucutan korona guna menurunkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida.

Kata kunci : Sensor MQ 7, Arduino Nano, Transformator *Flyback*, Plasma Lucutan Korona

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan judul “*Prototype Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano dengan Metode Plasma Lucutan Korona*”. Pembuatan proyek akhir ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya di Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkennaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua, keluarga, dan orang-orang terdekat yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Dr. Putu Sudira, M.P. selaku dosen pembimbing proyek akhir yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Dr. Fatchul Arifin, M.T. dan Dra. Sri Waluyanti, M.Pd. selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Drs. Djoko Santoso, M.Pd. selaku Dosen Penasihat Akademik
5. Dr. Widiarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

6. Teman-teman Teknik Elektronika UNY 2014 yang telah memberikan bantuan sehingga proyek akhir dapat diselesaikan.
7. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan di sini satu persatu atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan laporan proyek akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak yang tertulis diatas mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis berharap para pembaca berkenan memberikan kitik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 18 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan	6
F. Manfaat	6
G. Keaslian Gagasan	7
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH	
A. Rokok.....	9
B. Plasma.....	16
C. Reduksi Gas CO Dengan Teknik Plasma Lucutan Korona.....	20
D. Arduino Nano.....	22
E. Sensor Gas MQ 7	37
F. <i>Exhaust Fan</i>	41

G. Transformator <i>Flyback</i>	42
H. <i>Liquid Cristal Display (LCD)</i>	45
I. I2C LCD.....	47
BAB III KONSEP RANCANGAN	
A. Identifikasi Kebutuhan	49
B. Analisis Kebutuhan	50
C. Blok Diagram Rangkaian	51
D. Perancangan Sistem.....	53
E. Langkah Pembuatan Alat.....	56
F. Perangkat Lunak.....	62
G. Spesifikasi Alat	64
H. Pengujian Alat.....	65
I. Pengoperasian Alat.....	68
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Pengujian	69
B. Pembahasan.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	88
B. Keterbatasan Alat	89
C. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	94

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi CO di Udara.....	14
Tabel 2. Nomor Dan Nama Pin pada Arduino Nano.....	25
Tabel 3. Bagian Primer Transformator <i>Flyback</i>	43
Tabel 4. Bagian Sekunder Transformator <i>Flyback</i>	44
Tabel 5. Bagian Transformator <i>Flyback</i> yang Bukan Primer dan Sekunder	44
Tabel 6. Bahan yang Digunakan	56
Tabel 7. Alat yang Digunakan.....	57
Tabel 8. Hasil Pengujian Tegangan Catu Daya	69
Tabel 9. Hasil Pengujian Tagangan Arduino Nano.....	69
Tabel 10. Hasil Pengujian <i>Driver Flyback</i>	70
Tabel 11. Hasil Pengujian <i>Exhaust Fan</i>	71
Tabel 12. Hasil Pengujian Plasma Lucutan Korona.....	71
Tabel 13. Hasil Pengujian Sensor MQ 7.....	73
Tabel 14. Hasil Pengujian LCD	75
Tabel 15. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kandungan Asap Rokok	11
Gambar 2. Ilustrasi Fase Keempat Setelah Padat, Cair dan Gas	17
Gambar 3. Proses Elementer pada Plasma Dingin Dalam Skala Waktu	18
Gambar 4. Proses Pembangkitan Plasma Lucutan Pijar Korona pada Ruang Antar Elektroda.....	18
Gambar 5. Arduino Nano	23
Gambar 6. Pemetaan Arduino Nano	24
Gambar 7. Konfigurasi Pin Arduino Nano	26
Gambar 8. Tampilan Awal <i>Software</i> Arduino	30
Gambar 9. Prinsip Lapisan SnO ₂	38
Gambar 10. Sensor Gas MQ7.....	39
Gambar 11. Grafik Karakteristik Sensitivitas	41
Gambar 12. <i>Fan/Exhaust</i>	42
Gambar 13. Transformator <i>Flyback</i>	43
Gambar 14. Pin Transformator <i>Flyback</i>	45
Gambar 15. Pin Diagram LCD 16x2	47
Gambar 16. Modul I2C untuk LCD.....	48
Gambar 17. Blok Diagram Rangkaian.....	51
Gambar 18. Rangkaian Regulator <i>Power Supply</i> 5V	53
Gambar 19. Rangkaian Sensor Gas	55
Gmabar 20. Rangkaian <i>driver flyback</i>	56
Gambar 21. <i>Layout</i> Rangkaian Arduino	58
Gambar 22. <i>Layout</i> Rangkaian <i>Driver Flyback</i>	58
Gambar 23. Desain <i>Box</i> Kecil	61
Gambar 24. Desain <i>Box</i> Besar.....	62
Gambar 25. <i>Flowchart</i> Program	63
Gambar 26. Grafik Nilai Konsentrasi Gas CO dan Vout Sensor.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pipa Reaktor Plasma Lucutan korona	95
Lampiran 2. Tampilan LCD	96
Lampiran 2. Pengukuran Vout Sensor Menggunakan Multimeter	97
Lampiran 4. Isi <i>Box</i> Kecil	98
Lampiran 5. Penempatan Sensor	99
Lampiran 6. Rangkaian <i>Hardware</i> Keseluruhan.....	100
Lampiran 7. Rangkaian <i>Power Supply 5V</i>	101
Lampiran 8. Rangkaian Keseluruhan Alat.....	102
Lampiran 9. Datasheet MQ 7	103
Lampiran 10. Datasheet IRFP460	106
Lampiran 11. Datasheet Arduino Nano	111
Lampiran 12. Program Keseluruhan.....	11

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udara merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan. Udara dapat diperoleh secara bebas. Udara yang bersih dapat membuat suasana menjadi nyaman. Sebaliknya, udara yang kotor atau tercemar dapat mengganggu kesehatan. Aktifitas manusia dapat mempengaruhi kualitas udara. Salah satu contoh aktivitas manusia yang dapat mempengaruhi kualitas udara adalah merokok.

Merokok sudah menjadi kebiasaan sebagian masyarakat Indonesia yang sulit dihilangkan. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan menunjukkan peningkatan presentase perokok,di Indonesia dari 27% pada 1995 menjadi 36,3% pada 2013. Presentase perokok wanita meningkat dari 4,2% pada 1995 menjadi 6,7% pada 2013. Perokok remaja usia 16-19 tahun mengalami peningkatan 3 kali lipat dari 7,1% pada 1995 menjadi 20,5% pada 2013. Sedangkan perokok pemula usia 10-14 tahun meningkat 100% dalam kurun waktu kurang dari 20 tahun, yaitu dari 8.9% pada 1995 menjadi 18% pada 2013.

Asap rokok tidak dapat dihindari karena banyaknya perokok baik di rumah, kendaraan umum, gedung perkantoran maupun di tempat-tempat umum. Apabila seseorang merokok maka asap rokok yang di timbulkannya bukan saja

terhisap oleh perokok itu sendiri tetapi juga orang yang tidak merokok yang berada di dekatnya. Orang-orang yang berada di lingkungan yang tercemar asap rokok inilah yang di sebut perokok pasif Asap rokok memberikan dampak yang lebih buruk untuk perokok pasif di bandingkan dengan perokok aktif. Karena asap rokok terdiri dari 4.000 macam racun yang 69 diantaranya bersifat karsinogenik yaitu zat yang menyebabkan kanker bagi manusia (Wijaya, 2011). Lebih dari 600.000 perokok pasif meninggal karena paparan asap rokok (WHO, 2016). Untuk mengurangi jumlah perokok pasif, di gedung-gedung perkantoran maupun di tempat umum di sediakan ruangan khusus untuk merokok. Tetapi kebanyakan perokok tidak memanfaatkan ruangan khusus merokok, karena di dalam ruangan tersebut asap rokok berkumpul menjadi satu sehingga orang yang merokok di dalam ruangan tersebut tidak hanya menjadi perokok aktif saja tetapi juga menjadi perokok pasif dalam waktu yang bersamaan.

Asap rokok yang terkumpul di ruangan khusus merokok mengandung gas karbon monoksida. Karbon monoksida merupakan salah satu faktor penurunan kualitas udara. Semakin banyak asap yang terkumpul maka nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO) menjadi semakin tinggi. Tinginya nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dapat menyebabkan gangguan pernafasan bagi perokok yang ada di dalam ruangan.

Asap rokok yang ada di dalam ruangan khusus merokok tidak hanya memberikan dampak buruk bagi perokok di dalamnya tetapi juga dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan sekitarnya. Karena asap rokok

yang mengandung CO dari ruangan khusus merokok langsung dilepas ke lingkungan sekitar melalui ventilasi udara.

Menyikapi permasalahan yang ada, maka diperlukan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengurangi nilai konsentrasi gas CO yang terkandung di dalam asap rokok pada ruangan khusus merokok. Teknologi plasma lucutan korona merupakan salah satu alternatif yang cukup efisien untuk mereduksi konsentrasi gas CO. Oleh karena itu, dibuatlah proyek akhir dengan judul “*Prototype Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano dengan Metode Lucutan Plasma Korona*”.

Prototype alat ini menggunakan Arduino Nano sebagai kontrol sistem. Untuk mengetahui konsentrasi gas CO di gunakan sensor gas berupa MQ7. Udara di dalam ruangan khusus merokok dihisap oleh *exhaust fan* untuk dialirkan kedalam pipa menuju reaktor lucutan plasma korona yang dihasilkan oleh transformator *flyback*, sehingga udara yang mengandung konsentrasi gas CO tinggi dapat di turunkan nilai konsentrasinya. Turunnya nilai konsentrasi gas CO dalam ruangan dapat memperbaiki kualitas udara. Hasil penurunan nilai konsentrasi CO akan ditampilkan pada sebuah LCD 16x2.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat dibuat identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Meningkatnya jumlah perokok di Indonesia.
2. Sulitnya menghindari asap rokok karena banyaknya perokok baik di rumah, kendaraan umum, gedung perkantoran maupun di tempat-tempat umum.
3. Asap rokok memberikan dampak buruk bagi perokok pasif
4. Banyaknya perokok yang tidak memanfaatkan ruang merokok.
5. Tingginya konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dalam ruangan khusus merokok dapat mengganggu pernafasan.
6. Langsung dilepasnya asap rokok dari ruangan khusus merokok ke lingkungan dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan.
7. Teknologi plasma lucutan korona merupakan salah satu alternatif yang cukup efisien untuk mereduksi gas CO.
8. Digunakannya Arduino Nano sebagai kontrol sistem untuk mengetahui konsentrasi gas CO menggunakan sensor MQ 7

C. Batasan Masalah

Berdasarkan pokok permasalahan yang telah diuraikan pada identifikasi masalah, maka perlu adanya batasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi jelas. Pada proyek akhir ini dibatasi pada poin 7 dan 8. Cara kerja alat ini dengan menggunakan asap rokok filter sebagai media *input* sensor. Sensor

MQ-7 untuk mengukur konsentrasi gas dalam ruangan khusus merokok, *exhaust fan* untuk mengalirkan asap kedalam pipa, transformator *flyback* sebagai penghasil plasma lucutan korona, Arduino Nano sebagai pengendali. *Prototype* alat ini akan menurunkan konsentrasi gas karbon monoksida dalam ruangan khusus merokok guna meningkatkan kualitas udara dalam ruangan tersebut.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang program dari *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona?
2. Bagaimana rancang bangun dari *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona?
3. Bagaimana unjuk kerja *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona?

E. Tujuan Proyek Akhir

Berdasarkan rumusan permasalahan, maka diharapkan akan dicapai tujuan sebagai berikut:

1. Merealisasikan program pada *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona.
2. Merealisasikan *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona.
3. Mengetahui unjuk kerja *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona.

F. Manfaat Proyek Akhir

Dalam pembuatan proyek akhir ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa

Dapat menambah wawasan dan pengetahuan mahasiswa dalam bidang yang diteliti serta sebagai pengaplikasian ilmu yang telah didapatkan selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.

2. Bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika

a. Terciptanya alat yang inovatif dan bermanfaat sebagai sarana ilmu pengetahuan.

- b. Sebagai wujud partisipasi dalam pengembangan dibidang ilmu dan teknologi.
 - c. Sebagai tolak ukur daya serap mahasiswa yang bersangkutan selama menempuh pendidikan dan kemampuan ilmunya secara praktis.
3. Bagi Dunia Industri
- a. Terciptanya alat sebagai sarana peningkatan teknologi dalam dunia industri.
 - b. Sebagai referensi teknologi selanjutnya

G. Keaslian Gagasan

Proyek akhir dengan judul "*Prototype Alat Penurun Konsentrasi Gas Karbon Monoksida pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano*" merupakan terobosan yang penulis buat dengan harapan dapat membantu pengguna ruang merokok mendapatkan udara yang lebih baik. Adapun karya-karya sejenis yang berkaitan dengan proyek akhir ini, yaitu :

1. Perancangan *Prototype Pengubah Udara Kotor Menjadi Udara Bersih* dengan Teknik Ionisasi, karya Arnisa Stefanie tahun 2015 dari Universitas Singaperbangsa Karawang. Dalam karya ini keberadaan gas di deteksi menggunakan sensor MQ-9. Pembangkit tegangan tinggi yang di gunakan untuk menghasilkan lucutan plasma korona adalah transformator *flyback*.
2. Penetralisir CO Pada Ruangan *Smoking Area* Menggunakan *Corona Discharge*, karya Agung Budi handoko, dkk. Dari Institut Negeri

Sepuluh Nopember. Dalam karya ini menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan orang dalam ruangan. Pembangkit tegangan tinggi yang digunakan adalah converter DC-DC.

Meskipun kemungkinan terdapat kesamaan dengan tugas akhir yang sudah ada. Namun penulis meyakini bahwa terdapat perbedaan, baik secara teknik maupun konsep pada rancangan *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida dan dioksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode lucutan plasma korona. Adapun ciri khas proyek akhir ini adalah:

1. Menggunakan Arduino Nano sebagai pengendali utama.
2. Menggunakan sensor MQ-7 sebagai pendeteksi gas CO
3. Menggunakan transformator *flyback* TV Sanyo model BSC 26-2629S sebagai pembangkit tegangan tinggi.
4. Diterapkan pada ruang merokok tanpa ventilasi udara
5. Menggunakan rokok filter sebagai sumber asap.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Rokok

Rokok adalah hasil olahan tembakau terbungkus termasuk cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman Nicotina tabacum, Nicotina rustica dan spesies lainnya atau sintesisnya yang mengandung nikotin, CO dan tar dengan atau bahan tambahan (PP RI No. 19 Tahun 2003).

Asap rokok memberikan dampak yang lebih buruk untuk perokok pasif dibandingkan dengan perokok aktif. Karena asap rokok terdiri dari 4.000 macam racun yang 69 diantaranya bersifat karsinogenik yaitu zat yang menyebabkan kanker bagi manusia (Wijaya, 2011).

1. Nikotin

Nikotin adalah zat atau bahan senyawa pirolidin yang terdapat dalam *Nicotiana tobacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintesisnya yang bersifat adiktif saraf sehingga dapat mengakibatkan meracuni saraf tubuh, meningkatkan tekanan darah, menimbulkan penyempitan pembuluh darah tepi, dan menyebabkan ketagihan dan ketergantungan pada pemakainya (PP RI No. 19 Tahun 2003).

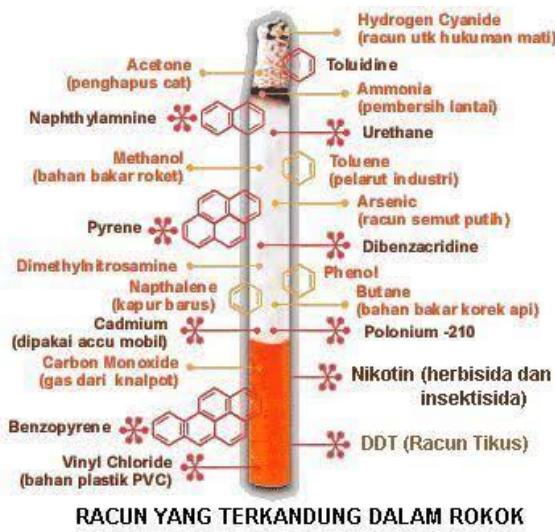
2. Tar

Tar adalah kumpulan dari beribu-ribu bahan kimia dalam komponen pada asap rokok, dan bersifat karsinogen. Kadar tar dalam tembakau antara 0,5-35 mg/batang. Pada saat rokok dihisap, tar akan masuk kedalam rongga mulut sebagai uap padat. Setelah dingin, akan

menjadi padat dan membentuk endapan kental berwarna coklat tua atau hitam yang merupakan substansi hidrokarbon yang berifat lengket dan menempel pada paru-paru sehingga dapat mengganggu saluran pernafasan dan endapan berwarna coklat pada permukaan gigi. Tar ini berguna untuk menyalakan tembakau sehingga dapat mengakibatkan penyumbatan pada saluran pernafasan (Gondodiputro, 2007).

3. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah zat yang mengikat hemoglobin dalam darah, membuat darah tidak mampu untuk mengikat oksigen. Unsur ini dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna dari unsur zat arang / karbon. Gas CO yang dihasilkan sebatang tembakau dapat mencapai 3%-6%, dan gas ini dapat dihisap oleh siapa saja. Seorang yang merokok hanya akan menghisap 1/3 bagian saja, yaitu arus tengah, sedangkan arus pinggir akan tetap berada diluar. Sesudah itu perokok tidak akan menelan semua asap tetapi ia semburkan lagi keluar. gas CO mempunyai kemampuan mengikat hemoglobin yang terdapat pada sel darah merah, lebih kuat dibandingakan oksigen, sehingga setiap ada asap tembakau, disamping kadar oksigen udara yang sudah berkurang, ditambah lagi sel darah merah akan semakin kekurangan oksigen karena yang diangkut adalah CO dan bukan oksigen. Sel tubuh yang kekurangan oksigen akan melakukan spasme, yaitu mencicatkan pembuluh darah (Gondodiputro, 2007).



Gambar 1. Kandungan Asap Rokok

(Sumber <https://kabarislam.files.wordpress.com/2010/03/racunrokok.jpg>)

Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Tirtosastro dan Murdiyanti (2010) yang berjudul “Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok” bahwa asap rokok mengandung banyak kandungan kimia antara lain karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Gas karbon dioksida (CO₂) sebenarnya tidak beracun bagi organisme perairan, namun pada konsentrasi tertentu dapat mengganggu sistem pernafasan pada manusia dan hewan yang dapat mengakibatkan mati lemas karena kekurangan oksigen (Susana, 1988).

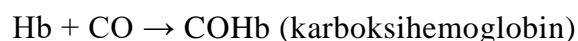
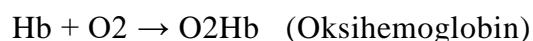
1. Dampak Negatif Gas Karbon Monoksida dalam Asap Rokok

Rokok merugikan kesehatan tidak hanya bagi perokok tetapi juga bagi orang yang menghirup asap rokok. Dalam asap rokok terdapat zat-zat diantaranya gas karbon monoksida (CO), nitrogen oksida, amonia, benzene, metanol, perilen, hidrogen sianida, akrolein, asetilen, benzaldehid, arsenikum, benzopiren, uretan, koumarin, ortokresol, dan

lain-lain (Nainggolan 2006). Pada laporan ini hanya akan membahas bahaya gas karbon monoksida (CO) terhadap manusia dan lingkungan.

a. Dampak negatif gas CO bagi manusia

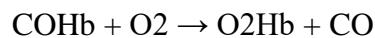
Karbon monoksida (CO) apabila terhisap ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolismis, ikut bereaksi secara metabolismis dengan darah. Seperti halnya oksigen, gas CO mudah bereaksi dengan darah (hemoglobin), (Wardhana, 2001 : 115).



Afinitas CO terhadap Hb = $210 \times$ daripada afinitas O₂ terhadap Hb. Reaksi ini mengakibatkan berkurangnya kapasitas darah untuk menyalurkan O₂ kepada jaringan-jaringan tubuh. Kadar COHb akan bertambah dengan meningkatnya kadar CO di atmosfer. Gejala yang terasa dimulai dengan pusing-pusing, kurang dapat memperhatikan sekitarnya kemudian terjadi kelainan fungsi susunan syaraf pusat, perubahan fungsi paru-paru dan jantung, sesak napas, dan pingsan dan pada akhirnya kematian pada 750 ppm (Slamet, 1994 : 58).

Pengaruh karbon monoksida (CO) terhadap tubuh manusia ternyata tidak sama untuk manusia yang satu dengan yang lain. Daya tahan tubuh manusia ikut menentukan toleransi tubuh terhadap pengaruh adanya karbon monoksida. Keracunan gas CO dapat

ditandai dari keadaan yang ringan, berupa pusing, sakit kepala dan mual. Keadaan yang lebih berat dapat berupa menurunnya kemampuan gerak tubuh, gangguan pada sistem kardiovaskular, serangan jantung sampai pada kematian. Pertolongan bagi orang yang keracunan gas karbon monoksida pada tingkat yang relative masih ringan dapat dilakukan dengan membawa korban ke tempat yang berudara terbuka (segar) dan memberikan kesempatan kepada korban untuk bernafas dalam-dalam. Masuknya udara segar (oksigen) ke dalam tubuh korban akan mengubah karboksihemoglobin menjadi oksihemoglobin berdasarkan reaksi keseimbangan berikut ini:



Walaupun dikatakan bahwa reaksi tersebut di atas adalah reaksi keseimbangan, namun apabila udara yang masuk ke dalam tubuh cukup banyak maka akhirnya reaksi akan bergeser terus di kanan sampai semua karboksihemoglobin habis menjadi oksihemoglobin yang memang diperlukan oleh tubuh manusia.

Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di udara secara langsung akan mempengaruhi konsentrasi karboksihemoglobin (COHb). Dalam keadaan normal sebenarnya darah sudah mengandung COHb sebanyak 0.5%, berasal dari proses metabolisme di dalam tubuh. Dapat dilihat pengaruh gas CO di udara dengan konsentrasi COHb darah terhadap pengaruhnya kepada tubuh.

Hubungan antara merokok dan peningkatan risiko penyakit jantung koroner menunjukkan bahwa CO kemungkinan mempunyai peran dalam memicu timbulnya penyakit tersebut (perokok berat tidak jarang mengandung kadar HbCO sampai 15%). Namun tidak cukup bukti yang menyatakan bahwa karbon monoksida menyebabkan penyakit jantung atau paru-paru, tetapi jelas bahwa CO mampu untuk mengganggu transpor oksigen ke seluruh tubuh yang dapat berakibat serius pada seseorang yang telah menderita sakit jantung atau paru-paru.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi CO di Udara Terhadap Kesehatan Manusia

Konsentrasi CO diudara (ppm)	Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Gangguan Pada Tubuh
3	0,98	Tidak ada
5	1,3	Belum begitu terasa
10	2,1	Sistem syaraf sentral
20	3,7	Panca indera
40	6,9	Fungsi jantung
60	10,1	Sakit kepala
80	13,3	Sulit bernafas
100	16,5	Pingsan-kematian

Sumber : Wardhana, 2001

b. Dampak negatif gas CO pada Lingkungan

Dampak dari pencemaran udara oleh karbon monoksida terhadap lingkungan adalah penurunan kualitas udara, yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Di udara, CO terdapat dalam jumlah yang sedikit, hanya sekitar 0.1 ppm. Di perkotaan dengan lalu lintas yang padat, konsentrasi gas CO antara

10-15 ppm. Sudah sejak lama diketahui bahwa gas CO dalam jumlah banyak (konsentrasi tinggi) dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem dan lingkungan.

2. Kategori Perokok

a. Perokok Pasif

Perokok pasif adalah asap rokok yang dihirup oleh seseorang yang tidak merokok (*passive smoker*). Asap rokok merupakan polutan bagi manusia dan lingkungan sekitar. Asap rokok lebih berbahaya terhadap perokok pasif daripada perokok aktif. Asap rokok kemungkinan besar bahaya terhadap mereka yang bukan perokok, terutama di tempat tertutup. Asap rokok yang dihembuskan oleh perokok aktif dan terhirup oleh perokok pasif, lima kali lebih banyak mengandung karbon monksida, empat kali lebih banyak mengandung tar dan nikotin (Sapphire, 2009).

b. Perokok Aktif

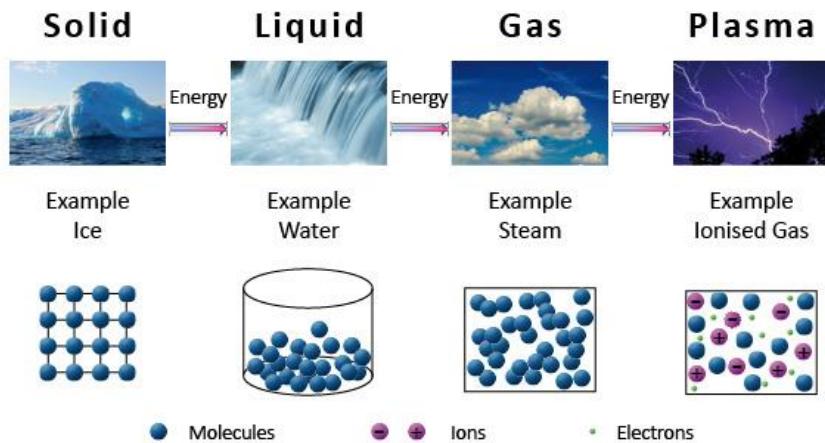
Perokok aktif adalah orang yang merokok dan langsung menghisap rokok serta bisa mengakibatkan bahaya bagi diri sendiri maupun lingkungan sekitar. Menurut pendapat orang-orang yang perokok kebanyakan perokok aktif tidak bisa hidup tanpa rokok karena sudah terbiasa merokok dan apabila disuruh berhenti ada yang mau da nada yang tidak mau, itu disebabkan karena kecanduan jadi kalau tidak merokok itu rasanya kurang enak dan itu semakin sulit untuk dihentikan mereka merokok (Bustan, 2007)

B. Plasma Lucutan Korona

1. Plasma

Plasma merupakan substansi yang mirip dengan gas dengan bagian tertentu dari partikel terionisasi. Adanya pembawa muatan yang cukup banyak membuat plasma bersifat konduktor listrik sehingga bereaksi dengan kuat terhadap medan elektromagnet. Oleh karena itu, plasma memiliki sifat-sifat unik yang berbeda dengan padatan, cairan maupun gas dan dianggap merupakan wujud zat yang berbeda. Mirip dengan gas, plasma tidak memiliki bentuk atau volume yang tetap kecuali jika terdapat dalam wadah, tetapi berbeda dengan gas, plasma membentuk struktur seperti filamen, pancaran dan lapisan-lapisan jika dipengaruhi medan elektromagnet (Thonk., 1967)

Dalam setiap atom gas biasa berisi jumlah yang sama muatan positif dan negatif. Gas menjadi plasma ketika penambahan panas atau energi yang menyebabkan sejumlah besar atom untuk melepaskan beberapa atau semua elektron. Bagian dari atom yang tersisa dengan muatan positif, dan elektron negatif terlepas bebas untuk bergerak. Jika cukup banyak atom terionisasi secara signifikan mempengaruhi karakteristik listrik dari gas. Secara sederhana plasma didefinisikan sebagai gas terionisasi dan dikenal sebagai fase materi ke empat setelah fase padat, cair dan gas (Arifin, et al., 2009).

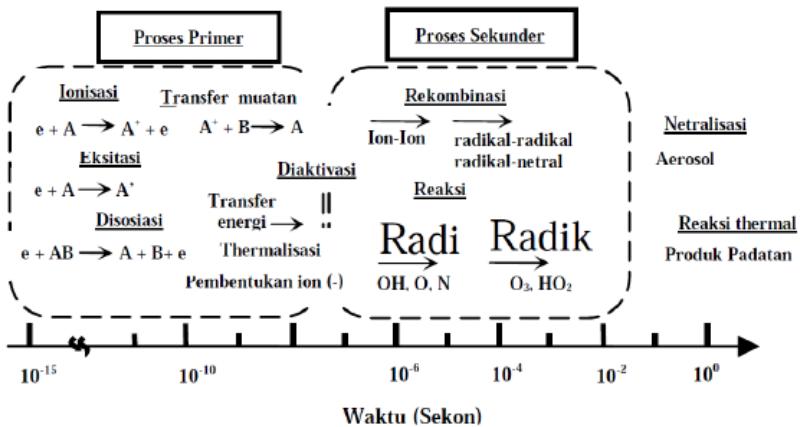


Gambar 2. Ilustrasi Fase Keempat Setelah Padat, Cair dan Gas

(Sumber : www.balticnet-plasmatec.org/plasma-technology/)

Plasma merupakan kondisi ketika gas terisi oleh partikel bermuatan dengan energi potensial antar partikelnya lebih kecil dibandingkan dengan energi kinetik partikel-partikel yang terdapat dalam gas tersebut (Nicholson, 1983). Salah satu cara pembangkitan plasma dilakukan melalui lucutan listrik (Sigmond, 1982; Czech, et al., 1995). Plasma yang terbentuk dalam lucutan listrik dikenal dengan plasma lucutan pijar korona (Champman, 1990; Chang, 1991).

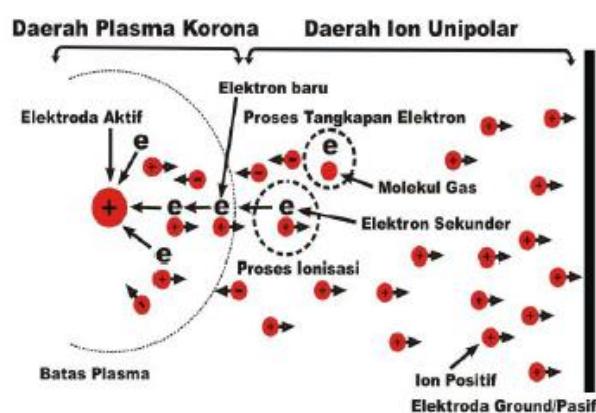
Plasma pertama kali dikemukakan oleh Langmuir dan Tonks pada tahun 1928. Mereka mendefinisikan plasma sebagai gas yang terionisasi dalam lucutan listrik (Chang, 1991). Ketika medan listrik di kenakan pada gas, elektron energetik akan mentransferkan energinya pada spesies gas melalui proses tumbukan, eksitasi molekul, tangkapan elektron, disosiasi, dan ionisasi seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Proses elementer pada plasma dingin dalam skala waktu

(Prieto, *et al.*, 2002)

Plasma terjadi ketika terbentuk percampuran kuasinetralk dari elektron, radikal, ion positif dan ion negatif (Tseng, C.H., 1999). Kondisi kuasinetralk merupakan daerah dimana terdapat kerapatan ion (n_i) yang hampir sama dengan kerapatan elektron (n_e) sehingga dapat dikatakan $n_i \approx n_e \approx n$, dengan n menyatakan kerapatan secara umum yang disebut kerapatan plasma (Francis, 1974).



Gambar 4. Proses pembangkitan plasma lucutan pijar korona pada ruang antar elektroda (Chen dan Davidson, 2002)

2. Korona

Korona merupakan proses pembangkitan arus di dalam fluida netral diantara dua elektroda bertegangan tinggi dengan mengionisasi fluida tersebut sehingga membentuk plasma di sekitar salah satu elektroda dan menggunakan ion yang dihasilkan dalam proses tersebut sebagai pembawa muatan menuju elektroda lainnya seperti tampak pada Gambar 4. Proses terjadinya lucutan pijar korona dalam medan listrik diawali dengan lucutan townsend kemudian diikuti oleh lucutan pijar (glow discharge) atau korona (corona discharge) dan berakhir dengan arc discharge (Raizer, 1997). Lucutan pijar korona dibangkitkan menggunakan pasangan elektroda tak simetris yang akan membangkitkan lucutan di dalam daerah dengan medan listrik tinggi di sekitar elektroda yang memiliki bentuk geometri lebih runcing dibanding elektroda lainnya (Rutgers dan Van, 2002). Elektroda dimana disekitarnya terjadi proses ionisasi disebut elektroda aktif (Spyrou, et al., 1994).

3. Aplikasi Plasma Lucutan Pijar Korona

Lucutan pijar korona bisa terjadi dalam medan listrik tak seragam yang intensitas medannya cukup besar tetapi belum mampu mengakibatkan terjadinya keadaan arc (arc discharge) pada gas. Pijaran korona bisa terjadi pada ujung elektroda aktif. Lucutan pijar korona dapat terjadi diawali oleh lucutan Townsend kemudian diikuti oleh lucutan pijar (glow discharge) atau korona (corona dischargedan

berakhir dengan lucutan arc. Lucutan pijar korona ini termasuk jenis plasma non thermal. Penerapan plasma lucutan pijar korona di bidang komersial dan industri adalah :

- a. Pembuatan ozon, sterilisasi air kolam, menghilangkan berbagai organik teruap yang tak diinginkan, seperti pestisida kimia, pelarut atau bahan kimia dari atmosfer.
- b. Pengion udara yang baik untuk kesehatan.
- c. Fotografi Kirlian menggunakan foton yang dihasilkan oleh lucutan untuk mengekspos film fotografik.
- d. Laser nitrogen.

Ionisasinya cuplikan gas untuk analisa subsekuensi dalam sebuah spektrometer massa maupun spektrometer mobilitas ion.

C. Reduksi Gas CO dengan Teknik Plasma Lucutan Korona

Pada plasma lucutan korona aktif menyebabkan proses ionisasi pada gas yang melewatiannya. Ionisasi terjadi ketika elektron dari katoda bergerak menuju anoda dan selama perjalannya elektron-elektron tersebut akan menumbuk molekul-molekul atau atom-atom gas diantara anoda dan katodanya. Dengan menaikkan tegangan terus-menerus elektron-elektron yang bergerak menuju anoda memiliki energi yang cukup untuk mengionisasi partikel gas yang ditumbuknya, demikian seterusnya. Proses tumbukan beruntun menyebabkan guguran elektronik dan dapat mengakibatkan ionisasi berantai.

Ionisasi berantai menyebabkan terdisodiasinya yang gas CO sehingga terbentuk ion-ion, elektron, dan radikal bebas yang energetik. Pada radikalasi terdapat mekanisme reaksi radikal bebas merupakan suatu deret reaksi bertahap yang meliputi (Sugiharto, 2004):

a. Tahap inisiasi

Tahap inisiasi merupakan tahap awal pembentukan radikal-radikal bebas dengan pembelahan homolitik sehingga masing-masing atom terpisah dengan membawa satu electron. Terlepas dari itu, inisiasi dapat terbentuk secara spontan atau karena pengaruh panas/cahaya. Selain itu juga radikal bebas dapat terbentuk melalui transfer satu elektron (dengan melepas dan menerima elektron)

b. Propagasi

Setelah terbentuk radikal bebas dengan kereaktifan yang tinggi yang kemudian dapat bereaksi dengan setiap spesies yang ditemukan. Pada tahap ini akan terbentuk radikal bebas yang baru, karena radikal bebas yang dihasilkan pada tahap awal bereaksi dengan molekul lain. Selanjutnya radikal bebas baru tersebut dapat pula bereaksi dengan molekul atau radikal bebas yang lain.

c. Terminasi

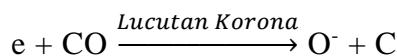
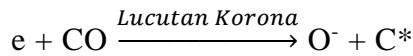
Terminasi adalah tahap untuk menghilangkan atau mengubah radikal bebas menjadi radikal bebas stabil dan tidak reaktif, sehingga mengakhiri daur propagasi radikal bebas. Caranya yaitu dengan

menggabungkan dua buah radikal sehingga menjadi non radikal. Pada tahap terminasi terjadi penurunan jumlah radikal bebas.

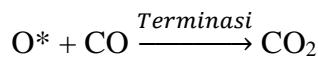
Radikal bebas yang terbentuk dari proses radikalasi akan mendisosiasi molekul-molekul gas yang berada dalam reaktor plasma lucutan korona sehingga terjadi suatu reaksi berantai. Menurut Chang (1991) disosiasi pada gas CO akan menghasilkan O* dan C*. Radikal inilah yang sangat berguna dalam proses pereduksian gas. Mekanisme reaksi radikal bebas berakhir ketika radikal-radikal yang dihasilkan dari proses disosiasi tersebut bereaksi membentuk senyawa baru, sehingga konsentrasi nilai gas semakin berkurang (Destario, 2011).

Sedangkan hipotesa reduksi gas CO adalah sebagai berikut (Sugiharto, 2004):

Disosiasi CO:



Radikal O* yang terbentuk dari disosiasi CO dapat berikatan kembali dengan CO sehingga membentuk CO₂ melalui reaksi:



D. Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan breadboard. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk

Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x).

Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech (Ihsan, 2016).



Gambar 5. Arduino Nano

(sumber: <https://www.makerfabs.com/>)

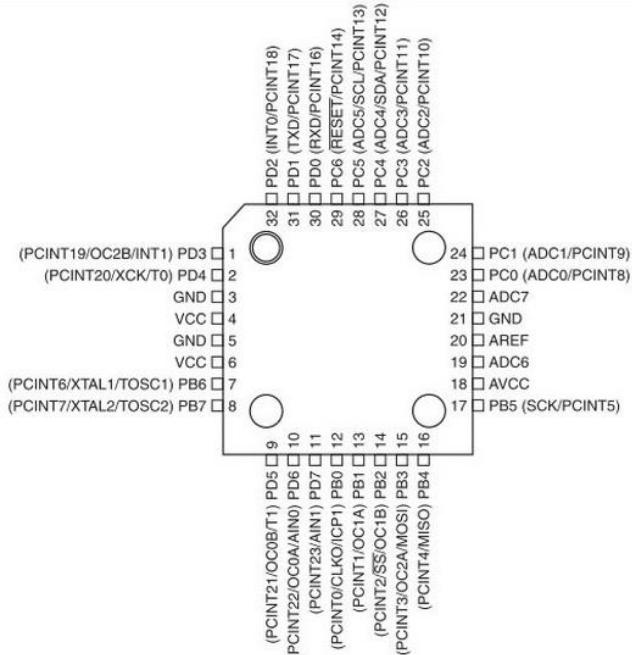
1. Spesifikasi Arduino Nano

Mikrokontroler	: Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	: 5V
Input Voltage (disarankan)	: 7-12V
Input Voltage (limit)	: 6-20V
Pin Digital I/O	: 14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	: 8
Arus DC per pin I/O	: 40 mA
Flash Memory	: 16 KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader

SRAM	: 1 KB (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
EEPROM	: 512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)
Clock Speed	: 16 MHz
Ukuran	: 1.85cm x 4.3cm

2. Pemetaan Pin pada Arduino Nano

Pemetaan pin pada Arduino dapat terlihat. Perhatikan pemetaan antara pin Arduino Nano dan port ATmega328 SMD. Pemetaan untuk ATmega8, ATmega168, dan ATmega328 sangat identik atau sama persis. (Archtz : 2015,05).



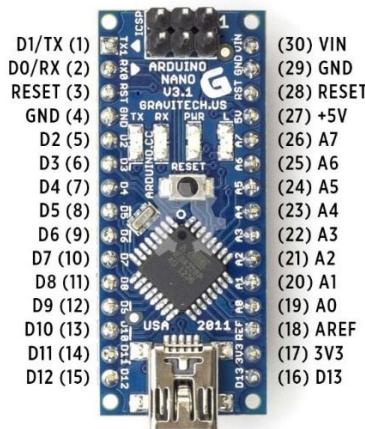
Gambar 6. Pemetaan Arduino Nano

(Sumber : <https://archtz.files.wordpress.com/>)

Tabel 2. Nomor Pin dan Nama Pin pada ATmega328 dan Arduino Nano

Nomor Pin ATmega328	Nama Pin	Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin
1	PD3 (PCINT19/OCB2B/INT1)	6	Digital Pin 3 (PWM)
2	PD4 (PCINT20/XCK/T0)	7	Digital Pin 4
3	GND	4 & 29	GND
4	VCC	27	VCC
5	GND	4 & 29	GND
6	VCC	27	VCC
7	PB6 (PCINT6/XTAL1/TOASC1)	-	-
8	PB7 (PCINT7/XTAL2/TOASC2)	-	-
9	PD5 (PCINT21?OC0B/T1)	8	Digital Pin 5 (PWM)
10	PD6 (PCINT22/OC0A/AIN0)	9	Digital Pin 6 (PWM)
11	PD7 (PCINT23/AIN1)	10	Digital Pin 7
12	PB0 (PCINT0/CLK0/ICP1)	11	Digital Pin 8
13	PB 1 (PCINT1?OC1A)	13	Digital Pin 9 (PWM)
14	PB2 (PCINT2/SS/OC1B)	13	Digital Pin 10 (PWM-SS)
15	PB3 (PCINT3/OC2A/MOSI)	14	Digital Pin 11 (PWM-MOSI)
16	PB4 (PCINT4/MISO)	15	Digital Pin 12 (MISO)
17	PB5 (PCINT5/SCK)	16	Digital Pin 13 (SCK)
18	AVCC	27	VCC
19	ADC6	25	Analog Input 6
20	AREF	18	AREF
21	GND	4 & 29	GND
22	ADC7	26	Analog Input 7
23	PC0 (PCINT8/ADC0)	19	Analog Input 0
24	PC1 (PCINT9/ADC1)	20	Analog Input 1
25	PC2 (PCINT10/ADC2)	21	Analog Input 2
26	PC3 (PCINT11/ADC3)	22	Analog Input 3
27	PC4 (PCINT12/ADC4/SDA)	24	Analog Input 4 (SDA)
28	PC5 (PCINT13/ADC5/SCL)	25	Analog Input 5 (SCL)
29	PC6 (PCINT14?RESET)	28 & 3	RESET
30	PD0 (PCINT16/RDX)	2	Digital Pin 0 (RX)
31	PD1 (PCINT17/TXD)	1	Digital Pin 1 (TX)
32	PD2 (PCINT18/INT0)	5	Digital Pin 2

Dapat dilihat untuk pin-pin yang ada pada Arduino Nano, terdapat 30 pin yang tersedia.



Gambar 7. Konfigurasi Pin Arduino Nano

(Sumber : <https://archtz.files.wordpress.com/>)

3. Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Nano dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara default) sebesar 20-50 KOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu:

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip FTDI USB-to-TTL Serial.

- b. External Interrupt (Interupsi Eksternal): Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
- c. PWM : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi analogWrite(). Jika pada jenis papan berukuran lebih besar (misal: Arduino Uno), pin PWM ini diberi simbol tilde atau “~” sedangkan pada Arduino Nano diberi tanda titik atau strip.
- d. SPI : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI. Sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada hardware, tapi untuk saat belum didukung dalam bahasa Arduino.
- e. LED : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino Nano memiliki 8 pin sebagai input analog, diberi label A0 sampai dengan A7, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi analogReference(). Pin Analog 6 dan 7 tidak dapat digunakan sebagai pin digital. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhkususkan, yaitu:

- a. I2C : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Yang mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan Wire.
- b. AREF : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi analogReference().
- c. RESET : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

4. Sumber Daya

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin 30 atau pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui pin 27 atau pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka Chip FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi HIGH.

5. Memori

ATmega168 memiliki 16 KB flash memory untuk menyimpan kode (2 KB digunakan untuk bootloader); Sedangkan ATmega328 memiliki flash memory sebesar 32 KB, (juga dengan 2 KB digunakan

untuk bootloader). ATmega168 memiliki 1 KB memory pada SRAM dan 512 byte pada EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM); Sedangkan ATmega328 memiliki 2 KB memory pada SRAM dan 1 KB pada EEPROM.

6. Komunikasi

Arduino Nano memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lainnya. ATmega168 dan ATmega328 menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 Volt), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan pin 1 (TX). Sebuah chip FTDI FT232RL yang terdapat pada papan Arduino Nano digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan driver FTDI (tersedia pada software Arduino IDE) yang akan menyediakan COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip FTDI dan koneksi USB yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Sebuah perpustakaan SoftwareSerial memungkinkan komunikasi serial pada beberapa pin digital Nano. ATmega168 dan ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Wire digunakan untuk

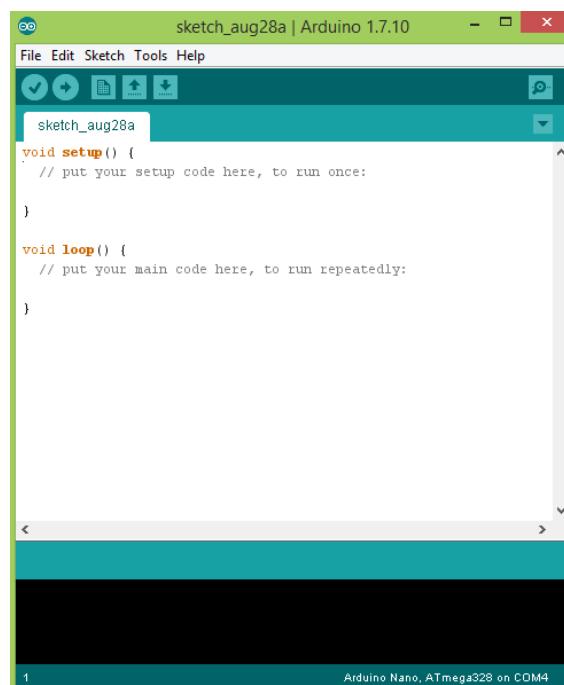
menyederhanakan penggunaan bus I2C. Untuk komunikasi SPI, silakan lihat datasheet ATmega168 atau ATmega328.

7. Software Pemrograman Arduino

a. Bahasa Pemrograman Arduino

Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C dengan versi yang telah di sederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino, sehingga lebih mudah dalam belajar pemograman (Hendriono Dede, 2014). Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino dengan bahasa pemrograman C.

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah software yang merupakan bawaan dari arduino itu sendiri. Pada software Arduino IDE dapat dilakukan proses compile dan upload program yang dibuat ke dalam mikrokontroler arduino.



Gambar 8. Tampilan Awal *Software Arduino*

b. Struktur

Setiap program arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, yaitu:

1) Setup()

Fungsi setup() hanya dipanggil satu kali ketika program pertama kali di jalankan. Fungsi setup digunakan untuk mendefinisikan mode pin atau memulai komunikasi serial. Fungsi setup() harus disertakan dalam program walaupun tidak ada statement yang dijalankan.

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(3,OUTPUT); //men-set “pin” 3 sebagai Output  
pinMode(6,INPUT); //men-set pin 6 sebagai Input  
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

- a) pinMode() berfungsi untuk mengatur fungsi sebuah pin sebagai INPUT maupun OUTPUT
- b) Serial.begin(9600) digunakan untuk mengaktifkan fitur UART dan melakuakan inisialisasi.

2) Loop()

Setelah fungsi setup() maka secara langsung akan melakukan fungsi loop() secara berurutan dan melakukan instruksi-instruksi yang ada dalam fungsi loop()

```

void loop()

{
    If (digitalRead(6)==HIGH) //membaca input digital pin 6

    {
        digitalWrite (3, HIGH); //nyalakan pin 3

        delay(1000); //jeda selama 1 detik

        digitalWrite (3, LOW); //matikan pin 3

    }

}

a) digitalWrite() berfungsi untuk memberikan nilai LOW atau
HIGH pada sebuah pin OUTPUT

b) delay berfungsi untuk memberikan jeda dalam satuan mili detik

c) digitalRead() berfungsi untuk membaca nilai digital LOW atau
HIGH dari sebuah pin INPUT.

```

c. Syntax

Berikut ini adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan:

1) // (komentar satu baris)

Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

2) /* (komentar banyak baris)

Jika Anda mempunyai banyak catatan, maka hal tersebut dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

3) { ... } atau kurung kurawal

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

4) ; (titik koma)

5) Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

d. Variabel

Sebuah program secara garis besar didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memudahkannya.

1) Int (integer)

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -2.147.483.648 s/d 2.147.483.647.

2) Long

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori RAM dan mempunyai rentang nilai dari -2.147.483.648 s/d 2.147.483.647.

3) Boolean

Variable sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.

4) Float

Digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang nilai dari -3,4028235E+38 s/d 3,4028235E+38.

5) Char (character)

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya „A“ = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

e. Operator Matematika

Operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana).

1) = (sama dengan)

Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya: $x = 10 * 2$, $x = 20$).

2) + (plus)

Digunakan saat operasi penjumlahan.

3) - (minus)

Digunakan saat operasi pengurangan.

4) * (asteris)

Digunakan saat operasi perkalian.

5) / (garis miring)

Digunakan saat operasi pembagian.

f. Operator Pembanding

Digunakan untuk membandingkan nilai logika.

1) == (sama dengan)

misalnya: $12 == 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 == 12$ adalah TRUE (benar).

2) != (tidak sama dengan)

Misalnya: $12 != 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 != 12$ adalah FALSE (salah).

3) < (lebih kecil dari)

Misalnya: $12 < 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 14$ adalah TRUE (benar).

4) > (lebih besar dari)

Misalnya: $12 > 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 > 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 > 14$ adalah FALSE (salah).

g. Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya. Berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

1) If ... else

Dengan format seperti berikut ini:

If(kondisi) { ... }

```
Else if(kondisi) { ... }
```

```
Else { ... } 40
```

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya FALSE maka kode pada else yang akan dijalankan.

2) For

Dengan format penulisan sebagai berikut:

```
For(int i = 0; i < #pengulangan; i++) { ... }
```

Digunakan bila kita ingin melakukan pengulangan kode program di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan perhitungan ke atas (++) atau ke bawah (--).

h. Digital

1) pinMode(pin, mode)

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan sebagai port dari 0 s/d 19 (pin analog 0 s/d 5 adalah 14 s/d 19). Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.

2) digitalWrite(pin, value)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai OUTPUT, pin tersebut dapat dijadikan HIGH (+5 volt) atau LOW (ground). 41

3) digitalRead(pin)

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT, maka Anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (+5 volt) atau LOW (ground).

i. Analog

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam analog.

1) analogWrite(pin, value)

Beberapa pin pada arduino mendukung PWM (pulse width modulation) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Ini dapat merubah pin hidup (on) atau mati (off) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. Value (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0 volt) dan 255 (100% duty cycle ~ 5 volt).

2) analogRead(pin)

Pada saat pin analog ditetapkan sebagai INPUT dapat membaca keluaran voltasenya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volt) dan 1024 (untuk 5 volt).

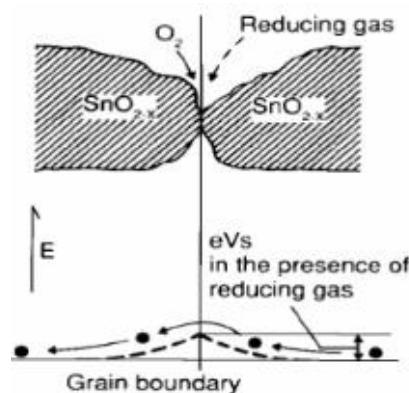
E. Sensor Gas MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas karbon monoksida (CO) yang berfungsi untuk mengetahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO). Dimana sensor ini salah satunya dipakai dalam memantau gas karbon monoksida (CO). Sensor ini memiliki sensitivitas tinggi dan waktu respon

yang cepat. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah berupa sinyal analog. Sensor ini juga membutuhkan tegangan Direct Current (DC) sebesar 5V.

Pada sensor ini terdapat nilai resistansi sensor (R_s) yang dapat berubah bila terkena gas dan juga sebuah pemanas yang digunakan sebagai pembersihan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Sensor ini memerlukan rangkaian sederhana serta memerlukan tegangan pemanas (power heater) sebesar 5V, resistansi beban (load resistance), dan output sensor dihubungkan ke analog to digital converter (ADC), sehingga keluaran dapat ditampilkan dalam bentuk sinyal digital. Maka nilai digital yang berupa output sensor ini dapat ditampilkan pada sebuah Liquid Crystal Display (LCD) atau alat penampil lainnya.

Sensor ini terdiri dari keramik Al_2O_3 , lapisan tipis SnO_2 , elektroda serta heater yang digabungkan dala, suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastic dan stainless.



Gambar 9. Prinsip Lapisan SnO_2

(Sumber: <https://widuri.raharja.info/index.php/SI0833461704>)

Arus elektrik mengalir melewati daerah sambungan dari kristal SnO₂. Pada daerah grain boundary, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Apabila terdeteksi gas CO maka tegangan output pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi. Akibatnya permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang, ketinggian permukaan sambungan penghalang akan ikut terjadi.

Hal ini mengakibatkan penurunan resistansi sensor yang juga memiliki sebuah heater, yang berfungsi sebagai pembersih dari kontaminasi udara di dalam ruangan sensor.



Gambar 10. Sensor Gas MQ-7

(Sumber : www.amazon.com)

1. Prinsip Operasi

Sensor ini dapat beroperasi pada suhu dari -10°C sampai 50°C dan mengkonsumsi kurang dari 150 mA pada 5 Volt. Fitur sensor gas MQ-7:

- a. Memiliki sensitivitas tinggi
- b. Jarak deteksi gas 20 - 2000 ppm gas CO
- c. Response time : < 150 detik
- d. Dimensi : 20 mm diameter, 10 mm (pin tidak termasuk), 6 mm untuk tinggi pin.

2. Karakteristik Sensitivitas

Karakteristik output sensor bila mendeksi keberadaan CO, yaitu output tegangan semakin besar sesuai dengan besarnya kadar ppm. Pengukuran kadar ppm asap diperoleh dari perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas (Rs) dengan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung gas CO (Ro). Untuk mencari nilai Rs digunakan rumus sebagai berikut :

$$RS = \left(\frac{Vc}{VRL} - 1 \right) \times RL \dots \dots \dots (1) \quad \frac{Rs}{Ro} = 1 \dots \dots \dots (2)$$

(Sumber : <http://www.sparkfun.com/>)

Keterangan :

Rs : Hambatan sensor MQ-7 (Ω)

Ro : Hambatan alat pemanas (Ω)

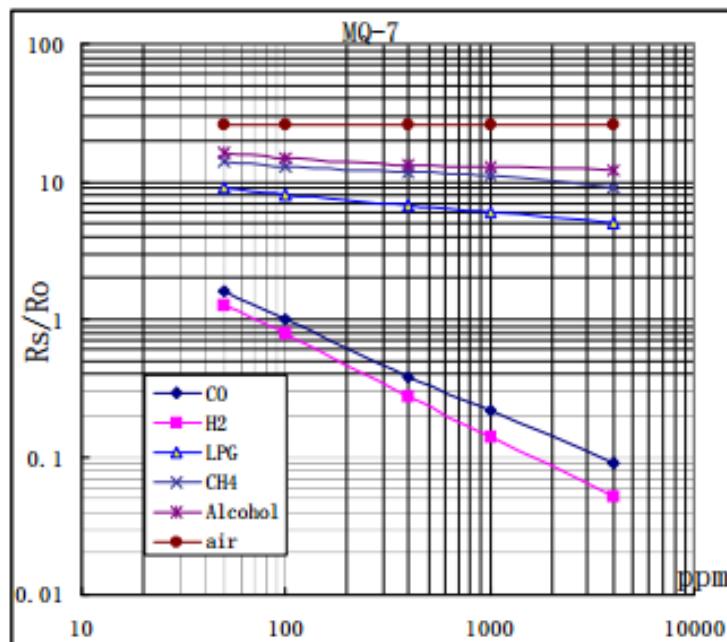
Vc : Tegangan input (Volt)

VRL : Tegangan output MQ-7 (Volt)

RL : Hambatan beban (Ω)

Sistem ini menggunakan nilai RL sebesar $10\text{ K}\Omega$. Dari persamaan rumus tersebut, semakin banyak asap maka resistansi semakin menurun dan nilai Vout semakin membesar. Vc digunakan tegangan DC sebesar 5 Volt.

3. Grafik Sensitivitas



Gambar 11. Grafik Karakteristik Sensitivitas

(Sumber : <https://instrumind.wordpress.com/>)

Menunjukkan karakteristik sensitifitas tipikal dari MQ-7 untuk beberapa gas:

1. Suhu : 20° C, kelembaban : 65 %, O₂ konsentrasi 21%
2. RL : 10 kΩ
3. R_o : resistansi sensor pada 100 ppm
4. R_s : resistansi sensor pada berbagai konsentrasi gas

F. Exhaust Fan

Exhaust fan merupakan salah satu perangkat jenis kipas angin yang saat ini masih banyak digunakan di industri rumahan ataupun di rumah yang

mempunyai fungsi penting pada ruangan. Dengan letaknya diantara *indoor* dan *outdoor* untuk menjaga sirkulasi udara di dalamnya. Dimana, udara panas didalam ruangan yang dibuang keluar saat bersamaan udara sejuk diluar ruangan masuk kedalam ruangan masuk kedalam ruangan, sehingga udara itu berputar agar selalu ada pergantian udara segar dari luar ruangan dan mempunyai sirkulasi udara baik.



Gambar 12. *Fan/Exhaust*

(Sumber: <https://www.amazon.com/>)

G. Transformator *Flyback*

Transformator *flyback* (FBT) juga disebut transformator keluaran baris (LOPT) adalah jenis khusus transformator listrik. Pada awalnya di rancang untuk menghasilkan sinyal gigi gergaji tegangan tinggi pada frekuensi yang relative tinggi. Dalam aplikasi modern transformator *flyback* digunakan secara luas untuk mengubah pasokan tegangan rendah menjadi tegangan tinggi (lebih dari 10kV).



Gambar 13. Transformator *flyback*

(Sumber : <https://regikwm.wordpress.com/>)

1. Pin Kaki Transformator *Flyback*

Transformator flyback memiliki 10 pin atau kaki di bawahnya dan setiap kaki mempunyai fungsi masing-masing. Pada umumnya kaki-kaki pada transformator *flyback* di bagi menjadi 3 yaitu:

- Bagian primer transformator *flyback*

Tabel 3. Bagian Primer Transformator *Flyback*

	Pin	Fungsi
HOT		Pada rangkaian terhubung dengan transistor penguat horizontal bagian kolektor. Pada saat <i>flyback</i> bekerja kaki ini akan menghasilkan tegangan tinggi.
Dioda dumper		Terhubung dengan diode dumper. Tidak semua <i>flyback</i> memiliki pin ini.
B+		Pin ini terhubung ke power supply utama yang merupakan tegangan kerja untuk <i>flyback</i> . Jika tidak ada tegangan yang mengalir ke pin ini maka <i>flyback</i> tidak bekerja.

b. Bagian sekunder transformator *flyback*

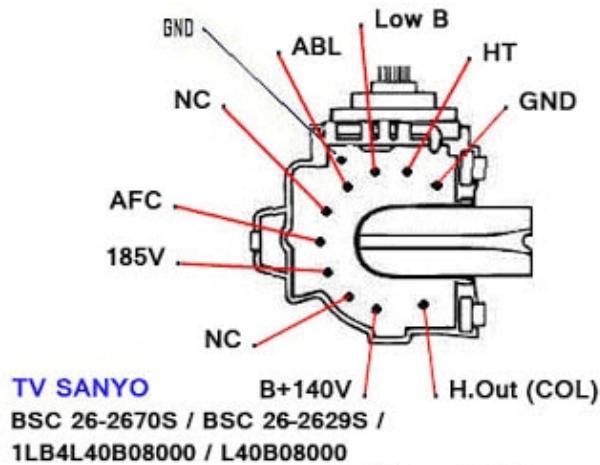
Tabel 4. Bagian sekunder transformator *flyback*

Pin	Fungsi
<i>Ground</i>	Sebagai grounding atau negatif
AFC	Menstabilkan frekuensi osilator horizontal
G1	Menarik electron yang dihasilkan dari katoda CRT dan kemudian menyalurkannya kepada G2 yaitu tegangan screen.

c. Bagian transformator *flyback* yang bukan primer dan sekunder

Tabel 5. Bagian transformator *flyback* yang bukan primer dan sekunder

Pin	Fungsi
ABL	Untuk mengatur dan membatasi sinar electron yang menuju ke rangkaian RGB secara otomatis. ABL memiliki tegangan yang sangat tinggi
<i>Screen</i>	Mengatur seberapa kuat cahaya terang yang ditampilkan
<i>Focus</i>	Untuk mengatur fokus gambar
KOP <i>flyback</i>	Bagian yang menghasilkan tegangan tinggi 26 kV yang menuju atas tabung



Gambar 14. Pin Transformator Flyback

(Sumber : <https://www.loroktm.com/>)

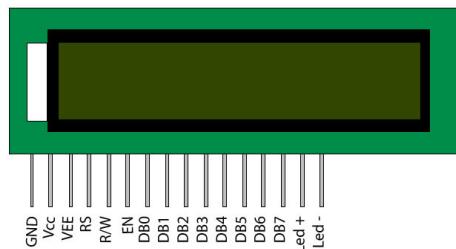
H. Liquid Cristal Display (LCD)

Dalam pembuatan proyek akhir ini display yang digunakan adalah Liquid Cristal Display (LCD). Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. LCD dilengkapi dengan memori dan register, register kontrol, dan pin LCD. Yang di paparkan sebagai berikut:

1. Memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD antara lain :
 - a. Display Data Random Access (DDRAM). Memory merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
 - b. Character Generator Random Access Memory (CGRAM) adalah memori yang menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.

- c. Character Generator Read Only Memory (CGROM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrik pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mangambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.
2. Register control yang terdapat dalam suatu LCD yang antara lain :
 - a. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
 - b. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.
3. Konfigurasi pin LCD yang dikemukakan oleh antara lain :
 - a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan data 8 bit.
 - b. Pin RS (Register Select) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika low menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika high menunjukkan data.

- c. Pin R/W (Read Write) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika low tulis data, sedangkan high baca data.
- d. Pin E (Enable) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot $5\text{ K}\Omega$, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.



Gambar 15. Pin Diagram LCD 16x2

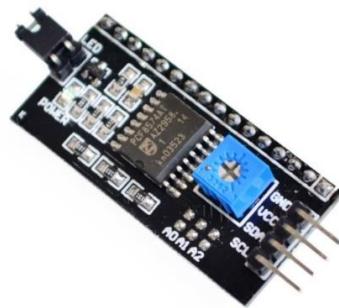
(Sumber: <http://www.engineersgarage.com/>)

I. I2C LCD

Yang dimaksud dengan I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Normalnya, modul LCD dikendalikan parallel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur parallel akan memakan banyak pin di sisi kontroler. Untuk mengendalikan sebuah modul LCD membutuhkan 6 atau 7 pin. Dengan demikian untuk sebuah kontroler yang ‘sibuk’ dan harus mengendalikan

banyak I/O, menggunakan jalur parallel adalah solusi yang kurang tepat. Maka untuk menghemat jumlah pin digunakan sebuah I2C. Modul I2C hanya membutuhkan 2 jalur kabel saja ditambah 1 kabel ground untuk menghubungkan ke LCD.

Modul I2C ini telah didesain dengan susunan pin dan urutan yang sesuai dengan LCD pada umumnya. Jadi bisa langsung dipasang ke LCD. Modul I2C ini menggunakan chip IC PCF8574 produk dari NXP sebagai kontrolernya. IC ini terdiri dari 8 bit I/O expander for I2C bus yang pada dasarnya adalah sebuah shift register.



Gambar 16. Modul I2C untuk LCD

(Sumber : <http://saptaji.com/>)

BAB III

KONSEP RANCANGAN

Perancangan *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode plasma lucutan korona membutuhkan beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan. Kebutuhan tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan komponen secara spesifik, selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, dilanjutkan dengan pembuatan alat dan pengujian alat.

A. Identifikasi Kebutuhan

Tahapan untuk pembuatan *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode plasma lucutan korona. Komponen yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Sensor yang dapat membaca nilai konsentrasi gas karbon monoksida
2. Rangkaian sistem sebagai pengendali alat.
3. *Driver* sebagai pemicu transformator *flyback*.
4. Transormator *flyback* sebagai penghasil plasma lucutan korona.
5. *Exhaust fan* untuk menyerap asap rokok.
6. Catu daya untuk mendukung kerja sistem seluruh rangkaian.
7. Rangkaian *switch* untuk mengendalikan *exhaust fan*.

8. Media penampil untuk menampilkan data konsentrasi gas karbon monoksida.
9. *Box* sebagai pelindung semua sistem.

B. Analisis Kebutuhan

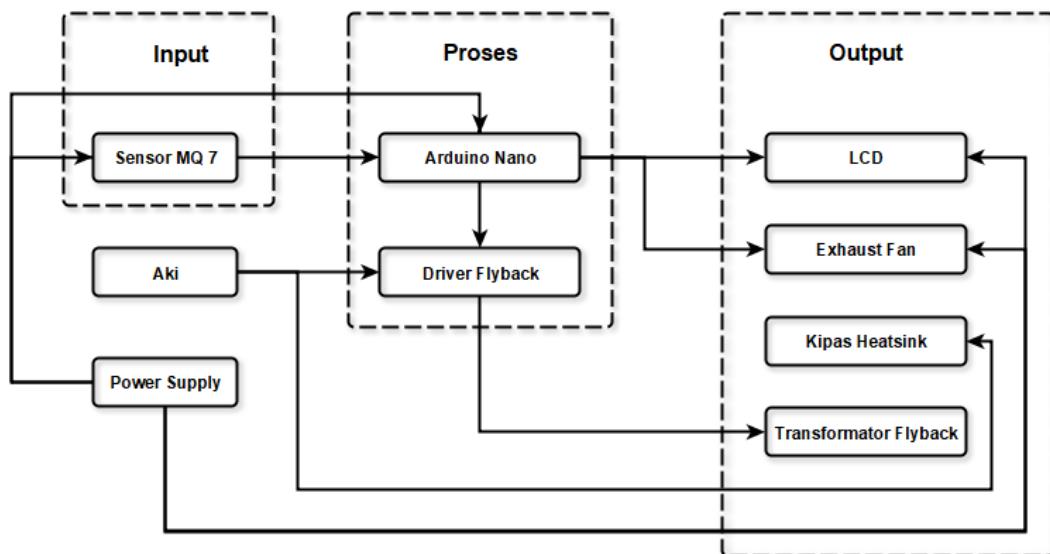
Berdasarkan analisis kebutuhan diatas, maka diperoleh beberapa analisis kebutuhan terhadap pengembangan alat yang akan dibuat sebagai berikut :

1. Menggunakan rangkaian modul sensor gas MQ-7 yang berfungsi sebagai pembaca nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO)
2. Sistem minimum Arduino Nano yang berfungsi untuk mengolah data dari masukan yang kemudian diolah untuk mengaktifkan *output*.
3. *Driver flyback* untuk memicu transformator *flyback* serta melipat gandakan tegangan yang keluar dari *flyback*.
4. Menggunakan transformator *flyback* dengan tegangan *input* sebesar 12 V dan tegangan *output* sebesar 20 kV.
5. Menggunakan *exhaust fan* untuk menyerap asap rokok yang kemudian dialirkan kedalam pipa menuju reaktor plasma lucutan korona.
6. Menggunakan 3 buah catu daya.
 - a. Aki dengan *output* 12V 7,2 Ah
 - b. Modul *power supply* dengan *output* DC 12V 3A dari *input* 220V AC
 - c. Regulator *power supply* dengan *output* 5 V dari *input* 12 V

7. Menggunakan LCD 16x2 untuk menampilkan informasi nilai konsentrasi gas karbon monoksida.
8. Menggunakan optocoupler sebagai *switch* untuk mengendalikan *exhaust fan*.
9. Menggunakan akrilik sebagai bahan pembuat boks untuk melindungi seluruh sistem.

C. Blok Diagram Rangkaian

Blok diagram untuk *prototype* alat penurun konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano dengan metode plasma lucutan korona terdiri dari *input*, proses, *output*.



Gambar 17. Blok Diagram Rangkaian

1. Blok *Input*

Pada bagian *input* terdiri dari sensor gas MQ-7 untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) pada ruangan khusus merokok.

2. Blok Proses

Setelah sensor mendeteksi gas karbon monoksida maka data akan diolah oleh Arduino Nano untuk mengetahui apakah nilai konsentrasi gas karbon monoksida dalam ruangan tersebut masih dalam batas normal atau tidak. Data yang didapat digunakan untuk mengendalikan perangkat pada bagian *output*. Arduino Nano akan mengatur mana saja yang akan digunakan untuk menghasilkan *output* yang sesuai dengan harapan.

3. Blok *Output*

Bagian ini terdiri dari 4 buah jenis *output* yaitu LCD, transformator *flyback*, kipas *heatsink*, dan *exhaust fan*. Kipas *heatsink* digunakan untuk membantu proses pendinginan *heatsink*. LCD digunakan untuk menampilkan hasil deteksi sensor. Jika hasil deteksi sensor melebihi batas normal, maka Arduino Nano akan mengaktifkan *driver flyback* dan *exhaust fan*. Kemudian *exhaust fan* mengalirkan asap ke pipa reaktor plasma lucutan korona yang dihasilkan oleh transformator *flyback* guna menurunkan nilai konsentrasi gas.

4. *Power Supply*

Tegangan *output* yang digunakan yaitu 5V dan 12 V dari tegangan *input* 220V.

5. Aki

Aki merupakan sumber tegangan bagi *driver flyback* dan kipas *heatsink*.

Spesifikasi aki yang digunakan yaitu *Acid Battery 12 V rechargeable* dengan kapasitas sebesar 7.2 Ah.

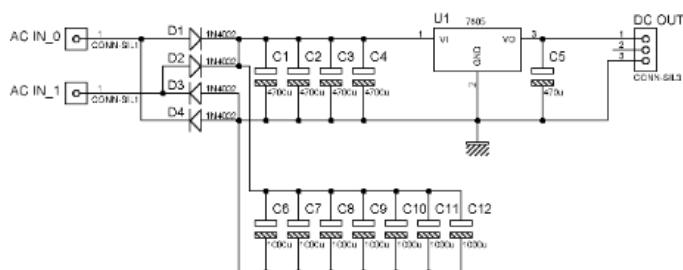
D. Perancangan Sistem

Perancangan prototipe alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Rangkaian Catu Daya

Catu daya yang dalam rangkaian elektronika sangat diperlukan.

Karena setiap rangkaian harus disuply dengan tegangan DC yang stabil agar sistem bisa bekerja dengan baik. Oleh sebab itu diperlukan sebuah rangkaian yang dapat mengubah tegangan AC dari PLN menjadi tegangan DC yang diregulasi dengan baik. Pada alat ini menggunakan 3 buah catu daya yaitu aki, modul *power supply switching* 12 V, dan regulator *power supply 5V*. Rangkaian regulator *power supply 5 V* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 18. Rangkaian Regulator *Power Supply 5V*

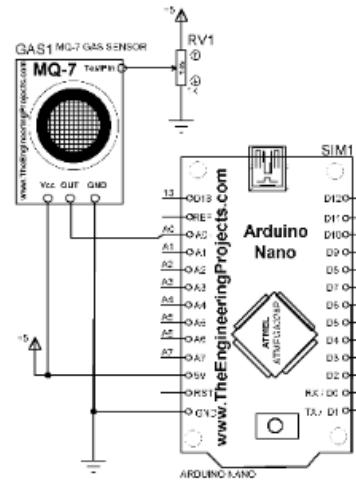
Rangkaian regulator *power supply* 5V menggunakan IC Regulator 7805 yang dapat menstabilkan tegangan *output*. IC ini dapat meregulasi tegangan *output* menjadi 5V dengan syarat tegangan *input* yang masuk ke IC 7805 harus lebih dari 5V. Jika tegangan *input* yang masuk ke IC 7805 kurang dari 5V maka tegangan menjadi tidak stabil atau kurang dari 5V. Pada rangkaian regulator ini tegangan yang masuk ke IC 7805 adalah 12V, setelah melewati IC 7805 maka tegangan akan menjadi 5V. Pada rangkaian regulator ini, dioda 1N4002 berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh dari AC ke DC dengan arus sebesar 1A, sedangkan kapasitor 1000nF berfungsi sebagai filter tegangan DC atau penghalus pulsa-pulsa tegangan yang dihasilkan oleh diode penyearah.

Selain rangkaian regulator *power supply* 5V masih ada 2 catu daya lagi yang digunakan yaitu modul *power supply switching* 12 V dan Aki. Pada modul *power supply switching* 12 V mampu mengubah tegangan input 220V AC menjadi tegangan output 12 V DC. Sedangkan aki digunakan sebagai pengganti rangkaian catu daya untuk mengalirkan tegangan pada *driver flyback*. Aki yang digunakan mempunyai tegangan output 12 V dengan kapasitas 7.2 Ah.

2. Rangkaian Sensor Gas

Pendeteksian gas karbon monoksida (CO) dilakukan oleh sensor MQ-7. Sensor MQ-7 terdiri dari 4 buah pin yaitu VCC, GND, A0 dan D0. Pin VCC pada sensor dihubungkan dengan pin 5V arduino dan pin GND pada kaki sensor dihubungkan dengan pin GND Arduino. Pin A0

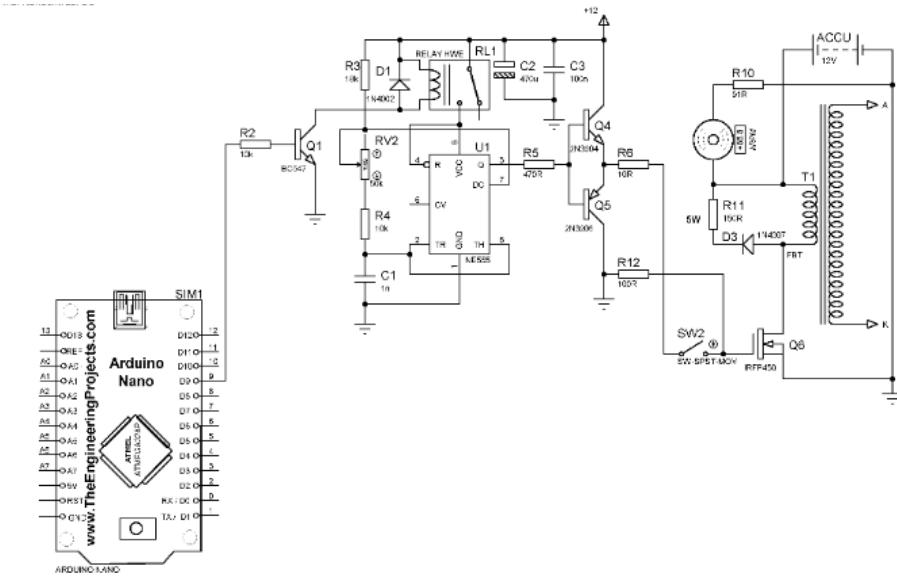
pada sensor dihubungkan dengan pin A0 Arduino dan pin D0 pada sensor tidak digunakan. Rangkaian Sensor gas pada alat ini ditunjukkan gambar 19 berikut:



Gambar 19. Rangkaian Sensor Gas

3. Rangkaian *Driver Flyback*

Rangkaian *driver flyback* berfungsi untuk mentrigger (memicu) transformator *flyback*. Pada rangkaian ini IC NE555 di gunakan sebagai pembangkit gelombang kotak. Output gelombang kotak dari IC NE555 kemudian di kuatkan oleh transistor 2N3904 dan transistrot 2N3906. Kemudian gelombang kotak masuk ke kaki *Gate* mosfet IRFP460, pada mosfet IRFP460 arus listrik dari aki akan mengalir ke lilitan primer transformator *flyback* dan mengalir melalui mosfet IRFP460 maka kaki *Gate* akan berlogika *high*. Ketika arus tidak mengalir maka kaki *Gate* berlogika *low*. Jadi ketika kaki *Gate* mosfet IRFP460 berlogika *high* maka transformator *flyback* akan aktif. Sehingga transformator *flyback* dapat mengaktifkan plasma lucutan korona.



Gambar 20. Rangkaian *driver flyback*

E. Langkah Pembuatan Alat

Dalam pembuatan prototipe alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida dan gas karbon dioksida ini terlebih dahulu harus mempersiapkan alat dan bahan yang di perlukan, kemudian pembuatan PCB, pemasangan komponen pada PCB dan pembuatan *box*.

1. Tabel alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ini

Tabel 6. Bahan yang Digunakan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Arduino Nano	3.0 Atmega328	1 buah
2.	Sensor	MQ-7	1 buah
4.	<i>Fan DC</i>	12v DC, 90 x 90 x 25 mm dan 50 x 50 x 25 mm	Masing-masing 1 buah
5.	LCD	16 x 2 karakter	1 buah
6.	Modul I2C	4 pin	1 buah
7.	Transformator <i>flyback</i>	BSC 26-2629S	1 buah

8.	Mosfet	IRFP460	1 buah
9.	Transistor	2N3904 dan 2N3906	Masing-masing 2 buah
10.	Transistor	2N2222 dan BC547	Masing-masing 1 buah
11.	IC Regulator	7805	1 buah
12.	IC Timer	NE555	1 buah
13.	Kapasitor keramik	100nF dan 1nF	Masing-masing 1 buah
14.	Kapasitor Elektrolit	470F dan 470μF	Masing-masing 1 buah
15.	Kapasitor Elektrolit	4700μF	4 buah
16.	Kapasitor Elektrolit	1000μF	7 buah
17.	Resistor	10 Ω, 220 Ω , 470 Ω, 10kΩ	Masing-masing 2 buah
18.	Resistor	18kΩ, 91Ω, 100Ω, 150Ω	Masing-masing 1 buah
19	<i>Heatsink</i>	10 sirip	1 buah
20.	Akrilik	3 mm	9,8 x 102.3 cm
21.	Pipa	2 inch	17.5 cm
22.	Optocopler	PC817	1 buah
23.	Dioda	1N4148 dan 1N4007	Masing-masing 1 buah
24.	Dioda	1N4002	5 buah
25.	Relay	12V	1 buah
26.	Trimpot	1kΩ	2 buah
27.	Saklar	ON OFF ON	1 buah

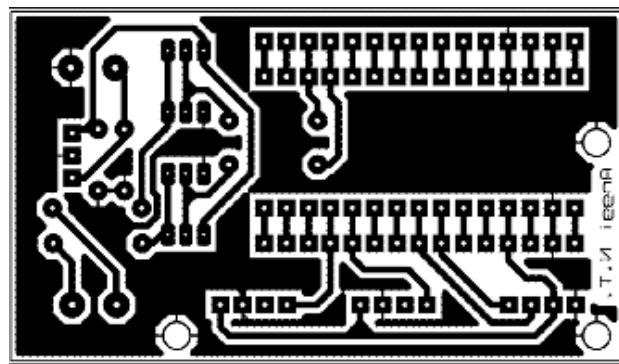
Tabel 7. Alat yang Digunakan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Bor Mini	0,8 mm dan 1 mm	1 buah
2	Multimeter	WINNER KS-268	1 buah
3	Obeng +	-	1 buah
4	Obeng -	-	1 buah
5	Solder	30 W	1 buah
6	Atraktor	-	1 buah
7	Penggaris	50 cm	1 buah
8	Gunting	-	1 buah
10	<i>Glue Gun</i>	-	1 buah
11.	<i>Cutter</i>	-	1 buah
12.	Laptop	Terinstal software Arduino	1 buah

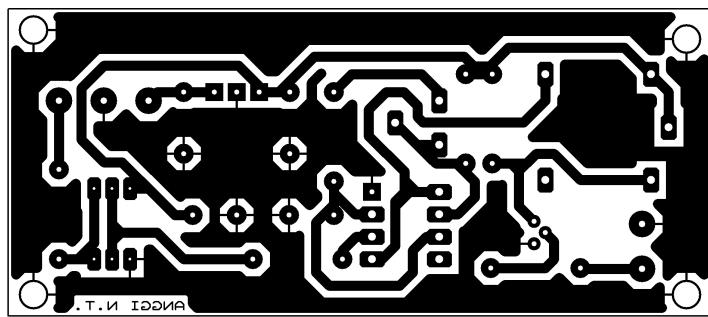
2. Pembuatan PCB untuk Arduino Nano, rangkaian sensor dan rangkaian *driver flyback* sebagai berikut :

a. Pembuatan *layout* PCB

Langkah awal pembuatan PCB yaitu membuat rangkaian terlebih dahulu menggunakan *software* Proteus. Kemudian membuat *layout* rangkaian dengan *software* ARES Profesional. Pada pembuatan proyek akhir ini *layout* yang telah dibuat kemudian dicetak pada kertas *artpaper* 120 dengan ukuran A3.



Gambar 21. *Layout* Rangkaian Arduino



Gambar 22. *Layout* Rangkaian *Driver Flyback*

b. Penyablonan PCB

Setelah *layout* selesai dibuat maka langkah selanjutnya yaitu menyablonkan *layout* ke PCB polos. Berikut ini tahapan-tahapan yang harus di lakukan untuk menyablon PCB:

- 1) Siapkan papan PCB
- 2) Ukur dan potong papan PCB sesuai dengan *layout*.
- 3) Gosok PCB dengan *steel wool* kemudian cuci sampai bersih.
Pastikan tidak ada kotoran dan bercak yang menempel di PCB.
Setelah selesai keringkan PCB.
- 4) Tempelkan kertas *artpaper* yang telah dicetak pada permukaan PCB. Posisi permukaan cetakan gambar menghadap sisi PCB polos yang terdapat lapisan tembaganya.
- 5) Siapkan setrika sampai dengan tingkat panas yang sedang. Suhu pada setrika tidak boleh terlalu panas, karena bisa membakar cetakan *layout* pada *artpaper*.
- 6) Setrika dan tekan yang kuat dan merata pada setiap bagian PCB.
Usahakan kertas tidak bergeser dari papan PCB agar tinta merekat dengan baik.

c. Pelarutan dan pengeboran PCB

- 1) Setelah kertas merekat pada PCB, tunggu hingga agak dingin, rendamlah PCB dalam air sampai kertas *artpaper* terangkat dengan sendirinya. Hal ini dilakukan agar tidak merusak tinta yang sudah merekat pada PCB. Jika kertas mulai hancur, bersihkan perlahan dengan tangan agar mempermudah dalam

pengangkatan kertas dari PCB. Pastikan tidak ada jalur yang putus dan menumpuk.

- 2) Setelah selesai penyablonan, langkah selanjutnya adalah mlarutkan sisa tembaga yang tidak diperlukan pada PCB dengan menggunakan larutan FeCl_3 .
- 3) Masukan PCB kedalam larutan FeCl_3 , kemudian goyang-goyangkan nampan secara perlahan dan searah. Lakukan hal ini terus menerus sampai semua tembaga di permukaan PCB yang tidak tertutup tinta terlarut.
- 4) Angkat PCB dan bersihkan dengan air dan gosok menggunakan *steel wool* sampai tinta yang melekat pada jalur PCB bersih. Hal ini dilakukan agar mempermudah penyolderan komponen.
- 5) Tahap selanjutnya yaitu membuat lubang pada PCB. Usahakan permukaan PCB telah kering. Pilih mata bor yang sesuai dengan ukuran kaki komponen.

3. Pemasangan Komponen

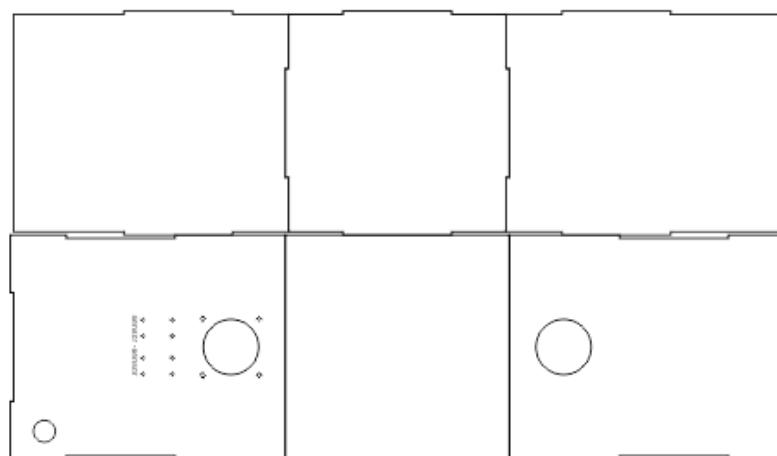
Pemasangan komponen yang terdapat pada rangkaian dengan urutan sebagai berikut:

- a. Siapkan komponen yang dibutuhkan
- b. Pasang komponen sesuai dengan petunjuk pemasangan, perhatikan kaki komponen dan juga pasang dari komponen yang paling rendah untuk memudahkan dalam proses penyolderan.

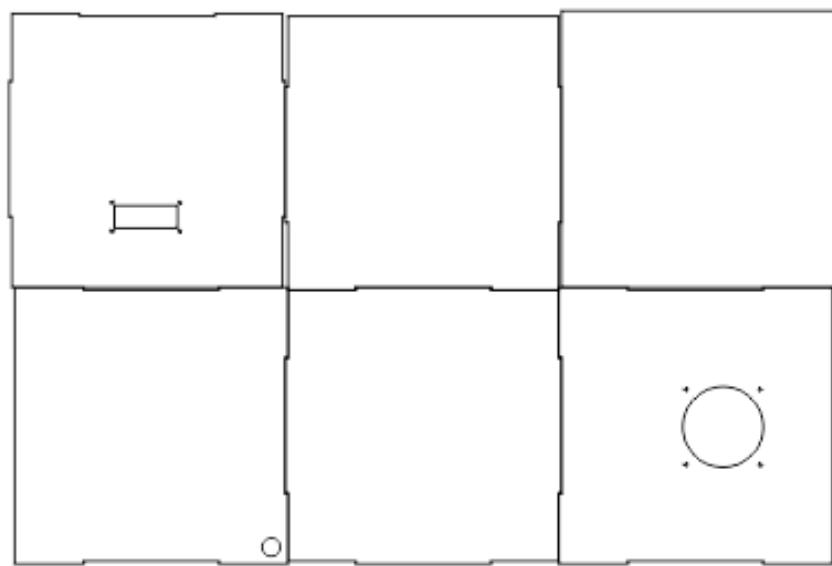
- c. Setelah komponen terpasang, langkah selanjutnya adalah proses penyolderan untuk meratakan bagian kaki-kaki komponen. Suhu solder harus diperhatikan karena jika suhu terlalu panas dapat merusak komponen.
- d. Menguji rangkaian apakah sudah dapat bekerja dengan baik atau belum.

4. Pembuatan *Box*

Rancangan *box* pada proyek akhir ini terdiri dari dua *box* dengan ukuran yang berbeda. *Box* yang besar memiliki panjang sisi sebesar 30 cm sedangkan *box* yang kecil mempunyai panjang 20 cm, lebar 20 cm dan tinggi 25 cm. *Box* besar digunakan untuk menampung asap rokok. *Box* kecil berisi transformator *flyback*, sensor dan pipa tempat plasma lucutan korona. Untuk penempatannya, *box* kecil di tempatkan di dalam *box* besar. *Box* terbuat dari bahan akrilik. Rancangan *box* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 23. Desain *box* kecil



Gambar 24. Desain *box besar*

F. Perangkat Lunak

Pada perancangan alat ini diperlukan perangkat lunak untuk menjalankannya. Dalam proyek akhir ini diperlukan bahasa C yang telah terpadu dengan *software arduino IDE*. Sebelum membuat program langkah pertama yang perlu dilakukan adalah membuat algoritma program, setelah itu membuat *flowchart* program yang selanjutnya dibuat program dengan *software arduino IDE*. Tahapan perancangan perangkat lunak sebagai berikut:

1. Algoritma

Step 1) Mulai

Step 2) Mengakses library sensor MQ-7

Step 3) Menetapkan pin data

Step 4) Inisialisasi pin Input/Output

Step 5) Membaca nilai konsentrasi gas dan tegangan output sensor

Step 6) Menampilkan nilai konsentrasi gas dan tegangan output sensor

Step 7) Apakah hasil pembacaan nilai konsentrasi gas lebih dari batas atas

Step 8) Jika Ya maka exhaust fan dan driver flyback akan ON

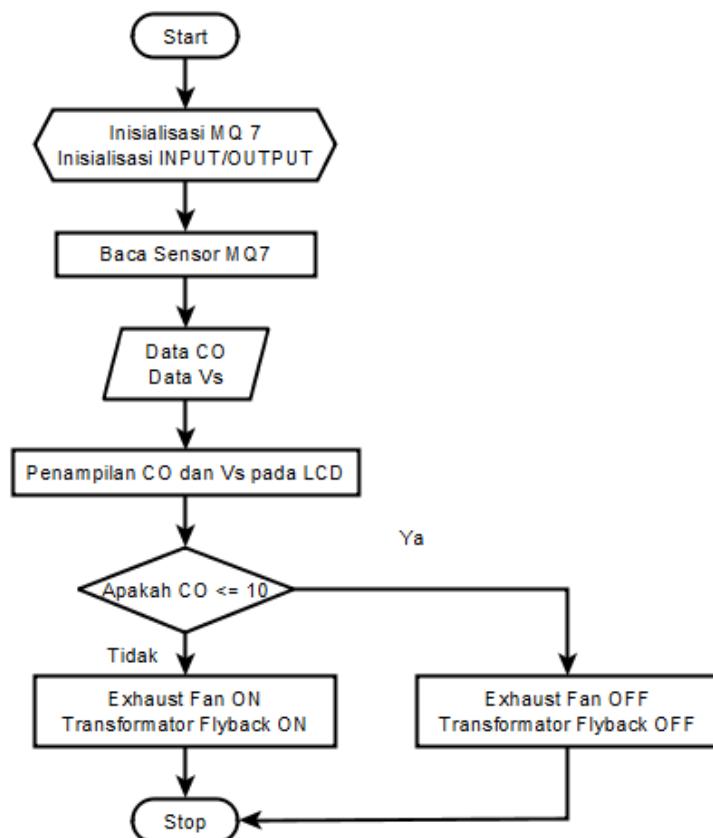
Step 9) Apakah hasil pembacaan nilai konsentrasi gas kurang dari batas bawah

Step 10) Jika Ya maka exhaust fan dan driver flyback akan OFF

Step 11) Selesai

2. Flowchart

Sistem kerja dari prototipe alat ini dapat dilihat pada *flowchart* dibawah ini:



Gambar 25. *Flowchart Program*

G. Spesifikasi Alat

Prototipe alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida dan gas karbon dioksida pada ruang merokok berbasis arduino nano memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Bahan pembuatan *prototype* alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida ini menggunakan bahan akrilik.
2. Unit masukan yang digunakan adalah sensor gas berupa *module* MQ-7
3. Sistem pengendali yang digunakan adalah Arduino Nano.
4. Driver flyback sebagai pemicu transformator *flyback*
5. Unit keluaran
 - a. LCD untuk menampilkan data nilai konsentrasi gas CO
 - b. *Exhaust fan* untuk mengalirkan asap menuju plasma lucutan korona
 - c. Transormator *flyback* untuk menghasilkan plasma lucutan korona
6. Tegangan input rangkaian yang digunakan 5V dan 12V
7. Tegangan *output* transformator *flyback* 20 kV
8. Pipa reaktor plasma lucutan korona dengan diameter 2 inch dan panjang 17,5 cm.
9. Dimensi :
 - a. *Box* besar : 30 cm x 30 cm x 30 cm
 - b. *Box* kecil : 20 cm x 20 cm x 25cm

H. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian serta mengetahui fungsi alat yang telah dibuat. Pengujian dibagi menjadi dua yaitu:

1. Pengujian Fungsional

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui setiap bagian dari perangkat dapat bekerja sesuai dengan karakteristik dan fungsi masing-masing atau tidak.

2. Pengujian Unjuk Kerja

Kinerja alat dapat diketahui dengan pengujian unjuk kerja. Hal-hal yang perlu diamati dalam pengujian ini antara lain pengujian tegangan, *driver flyback, exhaust fan*, sensor gas MQ-7, plasma lucutan korona, LCD dan pengujian keseluruhan alat dengan mengoperasikan *prototype* alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida untuk mengetahui kinerja dari alat. Unjuk kerja ini dapat diketahui dari hasil pengujian.

a. Pengujian Tegangan

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan rangkaian catu daya dan Arduino Nano dengan menggunakan multimeter. Pengukuran tegangan hanya dilakukan hanya pada titik-titik tertentu saja, yaitu pada tegangan *output* catu daya tanpa beban, tegangan *output* catu daya dengan beban seluruh rangkaian, tegangan *output* Arduino tanpa beban serta tegangan Arduino dengan beban.

Pengukuran pada tiap-tiap titik yang telah ditentukan dilakukan pengambilan data sebanyak satu kali untuk, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8 hasil pengujian tegangan catu daya dan table 9 hasil pengujian tegangan Arduino Nano

b. Pengujian Rangkaian *Driver Flyback*

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati relay pada *driver flyback* aktif atau tidak jika konsentrasi gas CO diatas batas normal. Apabila konsentrasi gas CO normal atau dibawah normal maka *relay* tidak akan aktif sehingga *driver flyback* dalam keadaan *off*. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengujian adalah hasil pembacaan nilai konsentrasi alat serta *driver flyback* itu sendiri. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali pengambilan data dan hasil pengujian dapat lihat pada tabel 10.

c. Pengujian *Exhaust Fan*

Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat *exhaust fan* aktif atau tidak jika nilai konsentrasi gas CO diatas batas normal. Apabila nilai konsentrasi gas CO normal atau dibawah normal maka *exhaust fan* tidak akan aktif. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengujian ini adalah pembacaan nilai konsentrasi gas CO serta *exhaust fan* itu sendiri. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali pengambilan data dan hasil pengujian dapat lihat pada tabel 11.

d. Pengujian Plasma Lucutan Korona

Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat plasma lucutan korona diaktifkan pada nilai konsentrasi gas diatas normal untuk mengetahui presentase penurunan konsentrasi gas CO dalam rentang waktu 80 detik. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan masing-masing pengujian dilakukan 9 kali pengambilan data dengan durasi kerja sistem selama 80 detik. Untuk lebih jelasnya, hasil pengujian plasma lucutan korona dapat dilihat pada tabel 12.

e. Pengujian Sensor MQ 7

Pengujian sensor MQ 7 dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi nilai konsentrasi gas CO dalam asap rokok dan tegangan *output* yang dikeluarkan sensor MQ 7. Tegang *output* sensor yang di tampilkan LCD akan dibandingkan dengan pengukuran tegangan *output* sensor menggunakan multimeter. Dari hasil perbandingan antara tegangan *output* sensor yang di tampilkan di LCD dengan pengukuran multimeter, nantinya dapat diketahui *error* tegangan *output* sensor pada alat ini. Hasil pengujian sensor MQ 7 dapat dilihat pada tabel 13.

f. Pengujian LCD

Pengujian ini dilakukan dengan mengamati tampilan LCD sebelum dimasukkan program dan setelah di masukkan program. Hasil pengujian LCD dapat dilihat pada tabel 14.

g. Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan alat secara keseluruhan, mulai dari catu daya, Arduino, sensor, *driver flyback*, plasma lucutan korona, *exhaust fan*, dan LCD. Kemudian dari masing-masing bagian tersebut diamati dan diambil datanya. Hasil pengujian keseluruhan alat dapat dilihat pada tabel 15.

I. Pengoperasian Alat

Prototipe alat penurun nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada ruang merokok berbasis arduino nano ini pada dasarnya dikendalikan secara otomatis oleh batas konsentrasi gas yang telah ditentukan. Adapun langkah pengoperasian alat ini sebagai berikut:

1. Untuk menghidupkan alat pastikan alat terhubung dengan aki dan tegangan AC 220V yang sudah distabilkan menjadi 5V dan 12V.
2. Hubungkan sensor MQ-7 dan LCD ke port Arduino Nano
3. Hubungkan *exhaust fan* ke rangkaian optocoupler kemudian dihubungkan ke port Arduino Nano
4. Masukkan asap rokok ke dalam *box* yang didalamnya terdapat pipa reaktor plasma lucutan korona
5. Alat siap bekerja sesuai data yang dikirimkan oleh sensor
6. Apabila daya aki habis maka bisa di isi ulang kembali supaya alat bisa digunakan kembali.

BAB IV

PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari pengujian dan pembahasan adalah untuk mengetahui kinerja alat baik secara per-blok bagian maupun sistem keseluruhan apakah sudah seperti yang diharapkan atau belum. Pengujian ini meliputi:

A. Pengujian

1. Pengujian Tegangan

a. Pengujian Tegangan Regulator *Power Supply 5V*

Tabel 8. Hasil Pengujian Tegangan Regulator *Power Supply 5V*

No	Pengukuran	Vin (V)	Voutput (V)
			LM7805
1	Tanpa Beban	12 V	5 V
2	Dengan Beban	12 V	5V

Hasil pengukuran tegangan catu daya untuk keluaran IC regulator LM7805 adalah 5 V pada saat tanpa beban dan saat dengan beban tegangan keluaran menjadi 5V, sehingga memiliki persentase *error* 0%.

b. Pengujian Tegangan Arduino Nano

Tabel 9 Hasil Pengujian Tegangan Arduino Nano

No	Vin (V)	Voutput (V)	
		Tanpa Beban	Dengan Beban
1	5 V	5 V	4,85

Hasil pengukuran tegangan mikrokontroler tanpa beban menghasilkan output 5 V dan pada saat dihubungkan dengan beban menjadi 4,85V, sehingga memiliki persentase *error* 3%.

2. Pengujian *Driver Flyback*

Tabel 10. Hasil Pengujian *Driver Flyback*

No	Konsentrasi CO (ppm)	<i>Driver Flyback</i>
1.	9,15	<i>Off</i>
2.	9,74	<i>Off</i>
3.	10,68	<i>On</i>
4.	11,37	<i>On</i>
5.	12,82	<i>On</i>
6.	14,39	<i>On</i>
7.	15,74	<i>On</i>
8.	16,13	<i>On</i>
9.	15,86	<i>On</i>
10	16,51	<i>On</i>

Pengujian *driver flyback* dilakukan dengan memberikan asap rokok kedalam *box*. Pengujian dilakukan sebanyak 1 kali dengan 10 kali pengambilan data. Pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan plasma lucutan korona. Dari pengujian diatas dapat dilihat bahwa *driver flyback* dalam kondisi *On* ketika konsentrasi gas CO melebihi 10 ppm dan dalam kondisi *Off* ketika konsentrasi gas CO kurang dari 10 ppm. *Driver flyback* dalam kondisi *On* ketika relay aktif dan dalam kondisi *Off* ketika relay mati.

3. Pengujian *Exhaust Fan*

Tabel 11. Pengujian *Exhaust Fan*

No	Konsentrasi CO (ppm)	<i>Exhaust Fan</i>
1.	4,33	<i>Off</i>
2.	6,91	<i>Off</i>
3.	8,91	<i>Off</i>
4.	10,12	<i>On</i>
5.	11,07	<i>On</i>
6.	11,57	<i>On</i>
7.	12,64	<i>On</i>
8.	13,69	<i>On</i>

Pengujian dilakukan sebanyak 8 kali pengambilan data untuk mengetahui kinerja exhaust fan. *Exhaust fan* dalam kondisi *Off* ketika konsentrasi karbon monoksida dibawah 10 ppm dan dalam kondisi *On* pada saat konsentrasi karbon monoksida diatas 10 ppm.

4. Pengujian Plasma Lucutan Korona

Tabel 12. Pengujian Plasma Lucutan Korona

No	Waktu (Detik)	Sebelum Menggunakan Plasma Lucutan Korona		Menggunakan Plasma Lucutan Korona	
		Konsentrasi CO (ppm) 1 batang rokok	Konsentrasi CO (ppm) 2 batang rokok	Konsentrasi CO (ppm) 1 batang rokok	Konsentrasi CO (ppm) 2 batang rokok
1.	0	6,85	11,37	19,78	24,04
2.	10	10,57	13,14	18,02	23,87
3.	20	12,86	14,51	17,47	23,17
4.	30	14,59	16,32	15,98	22,04
5.	40	15,77	17,02	14,51	20,30
6.	50	16,81	18,45	13,87	20,25
7.	60	17,50	19,25	13,69	19,82
8.	70	18,03	20,03	13,43	19,45
9.	80	18,72	21,06	13,14	18,88
10.	90	19,01	23,67	12,93	18,32
11.	100	19,25	24,67	12,09	18,02
12.	110	19,88	24,62	11,37	17,78
13.	120	20,03	25,29	10,67	17,32
Percentase Penurunan CO (%)				26%	27%

Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan rokok yang telah dibakar ke dalam *box* yang berukuran 30x30x30 cm. Rokok yang digunakan dalam pengujian ini adalah rokok filter. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gas CO sebelum dan sesudah menggunakan plasma lucutan korona. Pada saat menggunakan plasma lucutan korona selama 120 detik, konsentrasi gas CO di dalam *box* menurun. Persentase penurunan konsentrasi CO dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Persentase penurunan CO menggunakan 1 batang rokok:

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan CO} &= \left(1 - \frac{CO_{\text{setelah penurunan}}}{CO_{\text{sebelum penurunan}}}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{10,67}{19,78}\right) \times 100\% \\ &= 26\%\end{aligned}$$

Persentase penurunan CO menggunakan 2 batang rokok:

$$\begin{aligned}\% \text{ Penurunan CO} &= \left(1 - \frac{CO_{\text{setelah penurunan}}}{CO_{\text{sebelum penurunan}}}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{17,32}{24,04}\right) \times 100\% \\ &= 27\%\end{aligned}$$

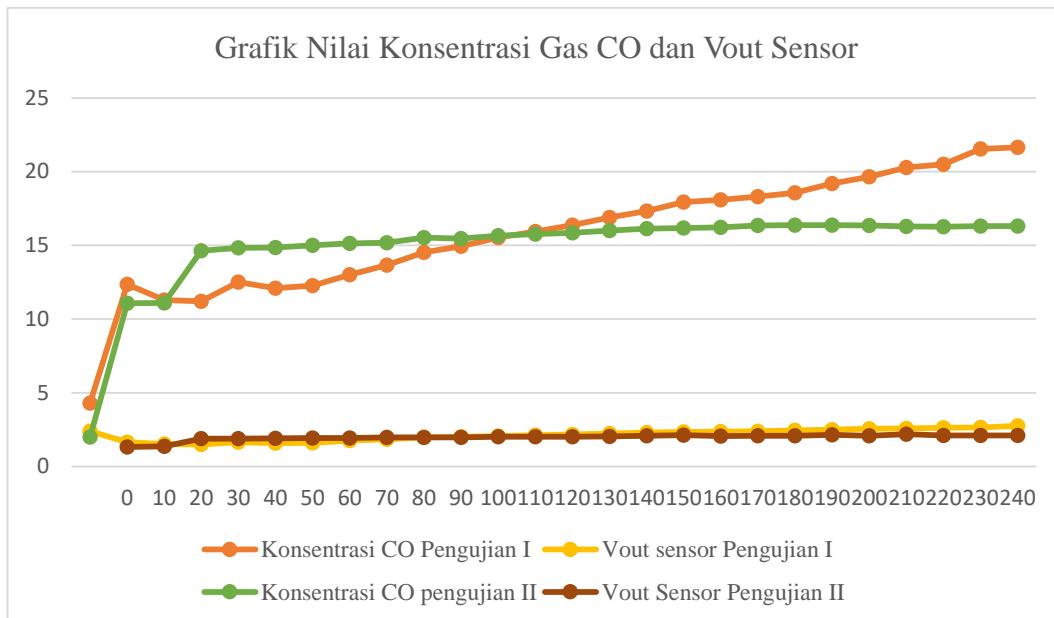
5. Pengujian Sensor MQ 7

Tabel 13. Hasil Pengujian Sensor MQ 7

No	Waktu (detik)	Pengujian							
		Pengujian 1				Pengujian 2			
		Konsentrasi CO (ppm)	Vout Sensor (Volt)	Vout Sensor Pengukuran Multimeter (Volt)	Error Vout (%)	Konsentrasi CO (ppm)	Vout Sensor (Volt)	Vout Sensor Pengukuran Multimeter (Volt)	Error Vout (%)
1.	0	12,35	1,65	1,50	10	11,08	1,32	1,34	1,49
2.	10	11,30	1,52	1,40	8,57	11,10	1,36	1,36	0
3.	20	11,20	1,50	1,38	8,69	14,63	1,90	1,87	1,6
4.	30	12,50	1,66	1,60	3,75	14,82	1,90	1,90	0
5.	40	12,09	1,59	1,45	9,65	14,86	1,91	1,90	0,53
6.	50	12,27	1,60	1,52	5,26	15,01	1,93	1,92	0,52
7.	60	13,00	1,77	1,62	9,25	15,13	1,94	1,95	0,51
8.	70	13,65	1,85	1,70	8,82	15,17	1,98	1,95	1,54
9.	80	14,52	1,97	1,80	9,44	15,53	1,98	1,96	1,02
10.	90	14,94	2,02	1,85	9,18	15,45	1,98	1,99	0,50
11.	100	15,53	2,06	1,92	7,29	15,65	2,01	2,00	0,50
12.	110	15,93	2,13	2,00	6,5	15,77	2,02	2,02	0
13.	120	16,38	2,18	2,05	6,34	15,85	2,03	2,04	0,49
14.	130	16,89	2,23	2,10	6,19	16,01	2,05	2,05	0
15.	140	17,32	2,30	2,15	6,97	16,14	2,09	2,07	0,97
16.	150	17,94	2,34	2,20	6,36	16,18	2,13	2,09	1,91
17.	160	18,08	2,37	2,24	5,80	16,22	2,06	2,08	0,96
18.	170	18,30	2,40	2,25	6,66	16,34	2,08	2,09	0,48
19.	180	18,57	2,46	2,30	6,95	16,38	2,09	2,10	0,48
20.	190	19,20	2,50	2,35	6,38	16,38	2,14	2,10	1,90
21.	200	19,64	2,57	2,40	7,08	16,34	2,09	2,10	0,48
22.	210	20,29	2,59	2,45	5,71	16,29	2,19	2,10	4,29
23.	220	20,50	2,63	2,50	5,2	16,26	2,10	2,10	0
24.	230	21,53	2,64	2,55	3,52	16,30	2,10	2,09	0,48
25.	240	21,65	2,75	2,60	5,76	16,30	2,10	2,10	0
Rata-Rata Error Vout (%)					7,01				0,34

Pengujian sensor MQ 7 dilakukan dengan memasukkan rokok filter yang telah di bakar kedalam box. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dimana setiap pengujian dilakukan sebanyak 25 kali pengambilan data

untuk mengetahui kinerja sensor. Dari data nilai konsentrasi CO dan Vout sensor yang telah di ambil dapat di buat grafik sebagai berikut:



Gambar 26. Grafik Nilai Konsentrasi CO dan Vout Sensor

Dari grafik diatas dapat diketahui hubungan antara nilai konsentrasi gas CO dengan tegangan keluaran dari sensor MQ 7 yaitu berbanding lurus. Semakin tinggi nilai konsentrasi gas CO maka tegangan keluaran sensor akan semakin besar.

6. Pengujian LCD

Tabel 14. Pengujian LCD

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1.	Sebelum dimasukan program		Sesuai
2.	Setelah dimasukan program		Sesuai

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui apakah LCD dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan sebelum dan sesudah LCD di masukkan program. Sebelum LCD dimasukkan program, tampilan LCD hanya berbentuk kotak sebanyak 16 kotak. Kemudian setelah dimasukkan program LCD menampilkan nilai CO dan Vs.

7. Pengujian Keseluruhan Alat

Tabel 15. Pengujian Keseluruhan Alat

No	Waktu (detik)	CO (ppm)	V _{out} Sensor (V)	ADC	R _s /R _o	Driver Flyback	Plasma Lucutan Korona	Exhaust Fan	LCD
1.	0	8,84	1,13	231	3,39	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
2.	10	8,97	1,14	233	3,32	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
3.	20	9,29	1,21	248	3,14	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
4.	30	9,57	1,24	254	3,00	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
5.	40	10,12	1,35	276	2,75	On	Aktif	On	Normal
6.	50	11,74	1,57	321	2,18	On	Aktif	On	Normal
7.	60	12,95	1,72	352	1,87	On	Aktif	On	Normal
8.	70	13,50	1,82	372	1,75	On	Aktif	On	Normal
9.	80	13,03	1,76	360	1,85	On	Aktif	On	Normal
10.	90	12,05	1,62	331	2,09	On	Aktif	On	Normal
11.	100	11,20	1,49	305	2,34	On	Aktif	On	Normal
12.	110	10,84	1,45	297	2,47	On	Aktif	On	Normal
13.	120	10,28	1,36	278	2,68	On	Aktif	On	Normal
14.	130	10,09	1,32	270	2,76	On	Aktif	On	Normal
15.	140	9,99	1,31	268	2,80	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
16.	150	9,86	1,30	266	2,86	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
17.	160	9,76	1,29	264	2,91	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
18.	170	9,70	1,28	262	2,93	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
19.	180	9,67	1,26	258	2,95	Off	Tidak Aktif	Off	Normal
Penurunan Konsentrasi CO (%)		26							

Setelah dilakukan pengujian per blok bagian kemudian alat diuji secara keseluruhan. Proses ini dilakukan dengan memberikan asap rokok ke dalam *box* dimana sensor MQ 7 akan mendeteksi gas CO dalam satuan ppm. Pengujian ini dilakukan sebanyak 19 kali pengambilan data dengan durasi kinerja sistem selama 180 detik. Berdasarkan hasil pengujian, *driver flyback* dan *exhaust fan* akan *On* ketika konsentrasi CO yang dideteksi sensor MQ 7 lebih dari 10 ppm. Ketika *driver flyback* dalam keadaan *On* maka plasma lucutan korona akan aktif. Plasma lucutan korona berfungsi untuk

menurunkan nilai konsentrasi gas CO pada asap rokok. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan persentase penurunan nilai konsentrasi CO sebanyak 26%.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian tiap bagian dan pengujian secara keseluruhan, maka dapat diuraikan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan kinerja alat dalam pembahasan yaitu:

1. Catu Daya

Catu daya adalah sumber daya yang digunakan untuk memasok tegangan pada semua komponen yang terdapat pada alat. Alat ini menggunakan 2 buah *power supply* yaitu power supply *switching* dan regulator *power supply* yang menggunakan IC LM7805. Selain 2 buah *power supply* alat ini juga menggunakan aki. *Pwer supply switching* digunakan untuk mensuplay tegangan Arduino Nano, Sensor MQ 7, *driver flyback* dan *exhaust fan*. Regulator *power supply* digunakan untuk menyuplay tegangan LCD. Aki digunakan untuk menyuplay tegangan transformator *flyback* dan kipas *heatsink*. *Power supply switching* memiliki kapasitas arus yang besar dan stabilitas tegangan output yang lebih baik dibandingkan dengan regulator *power supply*. Tegangan yang dihasilkan *power supply switching* adalah 12 V dan regulator *power supply* mempunyai tegangan 5 V. Sedangkan aki menghasilkan tegangan 12 V.

2. Arduino Nano

Arduino Nano menjadi pusat kendali dari sensor, *driver flyback*, *exhaust fan*, dan LCD. Sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan Arduino Nano dapat bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan dengan semua komponen tersebut dapat bekerja dengan optimal. Penggunaan pin pada Arduino Nano sebagai berikut:

- a. Pin analog A0

Pin analog A0 digunakan sebagai analog input yang terhubung dengan sensor MQ 7.

- b. Pin analog A4 (SDA) dan A5 (SCL)

Pin A4 (SDA) dan A5 (SCL) dihubungkan dengan modul I2C LCD. Pin ini mendukung komunikasi I2C (TWI) dengan menggunakan *Wire Library*.

- c. Pin digital D9

Pin digital D9 digunakan sebagai digital output yang terhubung dengan *driver flyback*.

- d. Pin digital D11

Pin digital D11 digunakan sebagai digital output yang terhubung dengan rangkaian optocoupler untuk mensaklar *exhaust fan*.

3. Rangkaian *Driver Flyback*

Driver flyback berfungsi untuk mentrigger (memicu) transformator *flyback*. Rangkaian ini terdiri dari resistor, transistor, kapasitor, diode, relay 12 V, IC NE555, mosfet, dan transformator *flyback*.

Resistor dan dioda pada rangkaian ini berfungsi sebagai rangkaian *snubber*. Rangkaian *snubber* merupakan pengaman yang mencegah kerusakan akibat induksi. Karena saat terjadi arus balik, rangkaian *snubber* akan mengalirkan arus listrik secara langsung sehingga komponen elektronika tetap aman. Pada rangkaian ini, rangkaian *snubber* digunakan untuk mengamankan transformator *flyback* dan relay.

Pada rangkaian *driver flyback*, relay berfungsi sebagai saklar. Relay yang di gunakan adalah relay 12 V dengan arus 10 A. Relay bekerja ketika arus listrik dari transistor mengalir ke lilitan kawat pada inti besi, kemudian tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada lilitan kawat sehingga kontak saklar akan menutup sehingga relay akan aktif.

Rangkaian *driver flyback* juga menggunakan IC NE555 yang mempunyai fungsi untuk membangkitkan sinyal kotak. IC NE555 dikonfigurasikan menjadi multivibrator astabil. Frekuensi keluaran IC NE555 di tentukan oleh nilai resistor R3, R4, RV2 dan kapasitor C1. Untuk menghitung frekuensi keluaran IC NE555 digunakan rumus dan perhitungan sebagai berikut:

Frekuensi NE555 ketika R2 minimal = $10\text{K}\Omega$

$$f = 1 / \{0,7 * (R1 + 2*R2) * C\}$$

$$f = 1 / \{0,7 * (18000 + 2*10000) * 10^{-9}\}$$

$$f = 1 / 26,6 \times 10^{-6}$$

$$f = 375 \text{ KHz}$$

Frekuensi NE555 ketika R2 maksimal = 60Ω

$$f = 1 / \{0,7 * (R1 + 2*R2) * C\}$$

$$f = 1 / \{0,7 * (18000 + 2*60000) * 10^{-9}\}$$

$$f = 1 / 96,6 \times 10^{-6}$$

$$f = 103 \text{ KHz}$$

Jadi frekuensi yang dihasilkan oleh IC NE555 adalah 103 KHz – 375 KHz yang digunakan untuk memicu transistor 2N3904 dan 2N3906.

Pada rangkaian ini transistor 2N3904 dan 2N3906 disusun secara Darlington. Transistor bekerja sebagai saklar yang pada saat tidak ada arus pemicuan, maka transistor akan berada pada posisi *cut-off* dan tidak menghantarkan arus, $I_c = 0$. Dan saat kaki basis menerima arus pemicuan, maka transistor akan berubah ke keadaan saturasi dan menghantarkan arus. Selain sebagai saklar kedua transistor tersebut juga berfungsi untuk menguatkan tegangan.

Mosfet IRFP460 berfungsi sebagai penegas siyal kotak yang dihasilkan kaki 3 dari IC NE555. Mosfet IRFP460 memiliki 3 gerbang terminal yaitu *Source* (S), *Gate* (G), dan *Drain* (D). Pada rangkaian ini

mosfet IRFP460 juga digunakan sebagai saklar untuk transformator *flyback*. Ketika ada tegangan dari transistor mengalir pada *Gate*, maka tegangan dari *Source* akan mengalir ke *Drain* sehingga IRFP460 dapat mengaktifkan transformator *flyback*.

Transformator *flyback* digunakan untuk menghasilkan plasma lucutan korona. Transformator *flyback* yang digunakan mempunyai sepuluh pin, tetapi hanya tiga pin yang digunakan yaitu pin 1, pin 4 dan pin 7. Pin 1 dan pin 4 digunakan sebagai lilitan primer yang dihubungkan ke *Gate* mosfet. Pin 7 digunakan sebagai katoda. Sedangkan anoda menggunakan kop transformator *flyback*. Ketika katoda dan anoda di dekatkan akan menghasilkan percikan listrik yang disebut dengan plasma lucutan korona.

4. Pengujian Plasma Lucutan Korona

Plasma lucutan korona terjadi karena elektroda positif dan elektroda negatif diletakan di dalam pipa atau tabung yang berisi gas dengan jarak tertentu antara dua elektroda, kemudian kedua elektroda tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi DC. Plasma lucutan korona yang terjadi, di manfaatkan untuk menurunkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO).

Jika plasma lucutan korona aktif maka nilai konsentrasi gas karbon monoksida (CO) berkurang, hal itu terjadi karena pada saat elektron dari elektroda positif bergerak menuju elektroda negatif, elektron-elektron tersebut akan menumbuk partikel-partikel gas diantara dua elektroda.

Proses tumbukan tersebut akan menghasilkan guguran elektronik dan dapat mengakibatkan ionisasi. Pada proses tumbukan antara partikel-partikel gas tidak hanya proses ionisasi yang terjadi melainkan juga menyebabkan peristiwa lainnya. Jadi ketika proses ionisasi terjadi, partikel gas CO yang masuk melewati reaktor plasma lucutan korona termuati oleh elektron yang terbentuk dari plasma lucutan korona, sehingga menjadi ion yang bermuatan positif dan negatif proses ini yang disebut dengan proses dissosiasi yang menyebabkan nilai konsentrasi gas CO berkurang.

Berdasarkan pengujian alat yang telah dilakukan, penurunan nilai konsentrasi gas CO membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal itu terjadi karena lucutan korona yang dihasilkan kurang besar.

5. Sensor Gas

Sensor gas MQ 7 bekerja dengan mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO) karena sensor MQ 7 mempunyai sensitifitas yang tinggi terhadap gas tersebut. Jika MQ 7 mendeteksi karbon monoksida di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka resistansi elektrik sensor akan turun. Jadi jika konsentrasi gas karbon monoksida tinggi maka resistansi sensornya semakin rendah.

Hasil keluaran sensor gas MQ 7 masih berupa data analog berupa nilai tegangan. Tegangan dari sensor kemudian masuk ke pin analog Arduino. Tegangan yang masuk di konversi terlebih dahulu menjadi data

digital. Kemudian oleh program arduino di ubah menjadi satuan gas atau PPM (*Part Per Milion*).

Pada proyek akhir ini pin analog MQ 7 dihubungkan dengan pin analog A0 pada Arduino Nano. Untuk memperoleh data berupa PPM pada program Arduino Nano dimasukkan *library master* sensor MQ 7. Pada *library master* sensor MQ 7 untuk memperoleh nilai PPM digunakan rumus sebagai berikut :

$$f(x) = a * (x^b)$$

Dimana:

$$f(x) = \text{ppm}$$

$$x = R_s/R_0$$

a. Pengolahan Data Sensor MQ 7 di Arduino Nano

Berikut ini adalah list program yang digunakan dalam mengolah sensor MQ 7 di Arduino Nano:

1) Program *Library Master MQ 7*

```
/*
The coefficients are estimated from the sensitivity
characteristics graph
of the MQ7 sensor for CO (Carbon Monoxide) gas by using
Correlation function.

Explanation :
    The graph in the datasheet is represented with the
    function
        f(x) = a * (x ^ b).
    where
        f(x) = ppm
        x = Rs/R0
    The values were mapped with this function to
    determine the coefficients a and b.
 */

#define coefficient_A 19.32
#define coefficient_B -0.64
```

```

//Load resistance 10 Kohms on the sensor potentiometer
#define R_Load 10.0

class MQ7 {
    private:
        uint8_t analogPin;
        float v_in;
        float voltageConversion(int);
    public:
        MQ7(uint8_t, float);
        float getPPM();
        float getSensorResistance();
        float getRatio();
    };
#endif

```

Nilai koefisien a dan b pada program diatas di peroleh dengan menggunakan fungsi korelasi berdasarkan grafik karakteristik sensor MQ 7. Sehingga diperoleh nilai koefisien a adalah 19.32 dan nilai koefisien b adalah -0.64. sehingga diperoleh persamaan ($y = 19.32x^{-0.64}$). Nilai koefisien a dan b di gunakan untuk menghitung nilai ppm pada sensor gas MQ 7.

2) Menghitung satuan ppm menggunakan *library master MQ 7*

```

//Inisialisasi MQ7
#include "MQ7.h"
MQ7 mq7(A0,5.0);
double CO;
void loop() {
//Pembacaan CO(Karbon Monoksida) Sensor MQ 7-----
CO = mq7.getPPM();

```

3) Menampilkan hasil Vout sensor MQ 7 ke serial monitor

```

//teganganSensor(A0);
//int RlCO = 10000; //Rl=10K Ohm
AdcMQ7 = analogRead(A0);
voltageCO = AdcMQ7 * (5 / 1023.0); //Resolusi ADC =
Vref/(nilai bit-1)
delay(250);

```

4) Menampilkan niali CO dan Vs pada LCD dan Serial Monitor

```
//Menampilkan ke LCD

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("CO :");
lcd.print(CO);
lcd.print(" ppm");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Vs :");
lcd.print(voltageCO);
lcd.print(" volt");

//Menampilkan ke serial
Serial.print("CO: ");
Serial.print(CO);
Serial.println(" ppm");
Serial.println();
Serial.print("V out sensor: ");
Serial.print(voltageCO);
Serial.println(" volt");
```

5) Mengendalikan *driver flyback* dan kipas

```
//Kendali driver dan kipas
if (CO <= 10) { //OFF // <=10
    digitalWrite (driverAnalog,LOW);
    digitalWrite (kipas, LOW);
    //lcd.setCursor(0,1); lcd.print("FBT mati");
    Serial.println("keadaan kipas: mati");
}
else { //jika tidak //ON
    digitalWrite (driverAnalog,HIGH);
    digitalWrite (kipas, HIGH);
    //lcd.setCursor(0,1); lcd.print("FBT
nyala");
    Serial.println("keadaan kipas: nyala");
}
```

6. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui tampilan LCD sebelum di masukkan program dan sesudah di masukkan program. Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 14, tampilan LCD sudah sesuai. Untuk mengendalikan sebuah LCD dibutuhkan 6 atau 7 pin pada Arduino. Untuk menghemat penggunaan pin Arduino di gunakan modul

I2C LCD. Dengan adanya modul I2C LCD untuk menghidupkan LCD hanya membutuhkan 4 pin yang tersambung ke Arduino. Berikut adalah pengkabelan I2C LCD pada Arduino:

- a. Pin VCC pada I2C LCD dihubungkan ke pin 5V Arduino
- b. Pin GND pada I2C LCD dihubungkan ke pin GND Arduino
- c. Pin SCL pada I2C LCD dihubungkan ke pin SCL (pin A5) Arduino
- d. Pin SDA pada I2C LCD di hubungkan ke pin SDA (pin A4) Arduino.

7. Kinerja Alat Secara Keseluruhan

Unjuk kerja keseluruhan alat ini merupakan kombinasi seluruh bagian *hardware* dan *software* yang telah terintegrasi menjadi sebuah sistem. Sesuai dengan hasil pengujian keseluruhan, maka sistem ini berfungsi dengan baik. Sensor yang digunakan dalam pembuatan alat ini yaitu sensor MQ 7 untuk mendeteksi gas CO yang terkandung di dalam asap rokok.

Saat alat ini dihidupkan maka secara otomatis akan langsung bekerja untuk membaca data-data sensor, kemudian dari hasil deteksi sensor tersebut diolah oleh Arduino Nano untuk ditampilkan *output* berupa LCD, *exhaust fan* dan transformator *flyback*. Saat asap rokok yang mengandung gas CO dimasukan kedalam *box* dan terdeteksi oleh sensor, maka sensor gas akan langsung mengukur nilai konsentrasi gas CO dalam satuan PPM (*part per million*). Dengan dimasukannya asap rokok ke dalam *box* maka nilai konsentrasi gas CO akan meningkat. Untuk menurunkan nilai konsentrasi gas CO, maka mikrokontroler Arduino

Nano akan mengaktifkan *exhaust fan* untuk mengalirkan asap menuju plasma lucutan korona. Selain mengaktifkan *exhaust fan*, Arduino Nano juga mengontrol *driver flyback* untuk mengaktifkan transformator *flyback* agar dapat menghasilkan plasma lucutan korona guna menurunkan nilai konsentasi gas CO dalam ruangan khusus merokok. Arduino Nano juga bertugas mengolah data sensor agar dapat ditampilkan pada LCD.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap *Protoype* Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perangkat lunak yang diaplikasikan dalam sistem ini adalah program yang dibangun dengan *software* pemrograman Arduino IDE. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, perangkat lunak ini dapat membaca nilai konsentrasi gas karbon monoksida pada asap rokok. Perangkat lunak ini juga dapat bekerja dengan baik untuk mengendalikan *driver flyback*, mengendalikan *exhaust fan*, serta menampilkan data ke LCD.
2. Perangkat keras *Protoype* Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona telah berhasil dibuat dengan menggabungkan beberapa komponen rangkaian diantaranya: rangkaian regulator sebagai penstabil tegangan pada *power supply*, rangkaian driver sebagai kendali transformator *flyback*, rangkaian sensor MQ 7 sebagai input, rangkaian *exhaust fan* dan LCD sebagai output, Arduino Nano sebagai pengendali dan pengolah data.

3. Unjuk kerja *Protoype* Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona secara keseluruhan telah berjalan dengan baik yaitu saat sensor mendeteksi keberadaan gas CO, hasilnya akan diolah oleh Arduino Nano agar dapat di tampilkan di LCD. Jika konsentrasi gas CO melebihi 10 ppm, maka Arduino Nano akan mengaktifkan *exhaust fan* dan *driver flyback* kemudian *driver flyback* akan mengaktifkan transformator *flyback* untuk menghasilkan plasma lucutan korona. *Exhaust fan* diaktifkan untuk mengalirkan asap yang mengandung CO ke dalam pipa plasma lucutan korona sehingga konsentrasi gas CO dalam ruang merokok turun.

B. Keterbatasan Alat

Protoype Alat Penurun Nilai Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Pada Ruang Merokok Berbasis Arduino Nano Dengan Metode Plasma Lucutan Korona yang telah dibuat memiliki keterbatasan, antara lain:

1. Alat ini tidak mampu menurunkan nilai konsentrasi gas lain seperti CO₂ dan Amoniak yang ada di dalam ruang merokok.
2. Pada alat ini hanya mampu menurunkan nilai konsentrasi gas CO pada *prototype* ruang merokok.
3. Membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat menurunkan nilai konsentrasi gas CO dan presentase penurunan CO terbesar hanya mencapai 27%.

4. Pembacaan sensor MQ 7 kurang akurat.
5. Plasma lucutan korona yang dihasilkan oleh transformator *flyback* kurang besar.

C. Saran

Pembuatan proyek akhir ini memiliki beberapa kekurangan, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Saran yang membangun diperlukan untuk menyempurnakan proyek akhir ini, antara lain sebagai berikut:

1. Sistem ini masih berupa *prototype*, jadi perlu penelitian lebih lanjut untuk menguji keefektifan alat agar sistem ini mampu diterapkan dalam kehidupan nyata.
2. Kalibrasi sensor gas CO harus tepat supaya pembacaan sensor gas alat yang dibuat sama dengan pembacaan alat pengukur konsentrasi gas CO yang sebenarnya.
3. Alat ini diharapkan nantinya dapat dikembangkan lebih baik lagi, sehingga mampu menurunkan nilai konsentrasi gas-gas lain seperti CO₂ dan Amoniak di dalam ruang merokok.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2017). *Arduino Nano*. Diakses pada tanggal 17 Desember 2017 dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>
- Arduino. *Libraries*. Diakses pada tanggal 17 Desember 2017 dari <https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>
- Arifin, F., Agung Warsito dan Abdul Syakur. (2009). *Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls untuk Aplikasi Pengolahan*. Berkala Fisika 8
- Bustan, M.N. (2007). *Epidemologi Penyakit Tidak Menular*. Cet 2, Jakarta : Rineka Cipta
- Champman, B. (1990). *Glow Discharge Processes*. John Willey & Sons. New John Willey & Sons. New York.
- Chang, J.S. (1991). *Corona Discharge Processes*. IEEE Transaction on Plasma Science Vol.19.
- Chen, J. dan Davidson, J.H. (2002). *Electron Density and Energy Distributions in the Positive DC Corona: Interpretation for Corona-Enhanced Chemical Reactions*. Plasma Processing. Vol. 22
- Czech, T., Mizeraczyk, J., Jaworek, A., Krupa, A., Karpinski, L., and Jakubowski, J. (1995). *Pulsed and DC Streamer Corona Induced Plasmas for NO_x Removal From Exhaust Gases*. 2nd National Symposioum PLASMA. Warsawa
- Elektronika Dasar. (2012). *LCD (Liquid Cristal Display)*. Diakses pada 9 Januari 2018 dari <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>
- Francis, F.C. (1974). *Introduction to Plasma Physic*. Plenum Press. New York.
- Gondodiputro, S. (2007). *Bahaya Tembakau Dan Bentuk-Bentuk Sediaan Tembakau*. Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat FK UNPAD. 2007. Diakses pada tanggal 16 Febuari 2018 dari <https://www.scribd.com/doc/142366268/EFEK-ROKOK>
- Hanwei. *Datasheet Sensor MQ 7*. Diakses pada tanggal 14 Januari 2018 dari <http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>

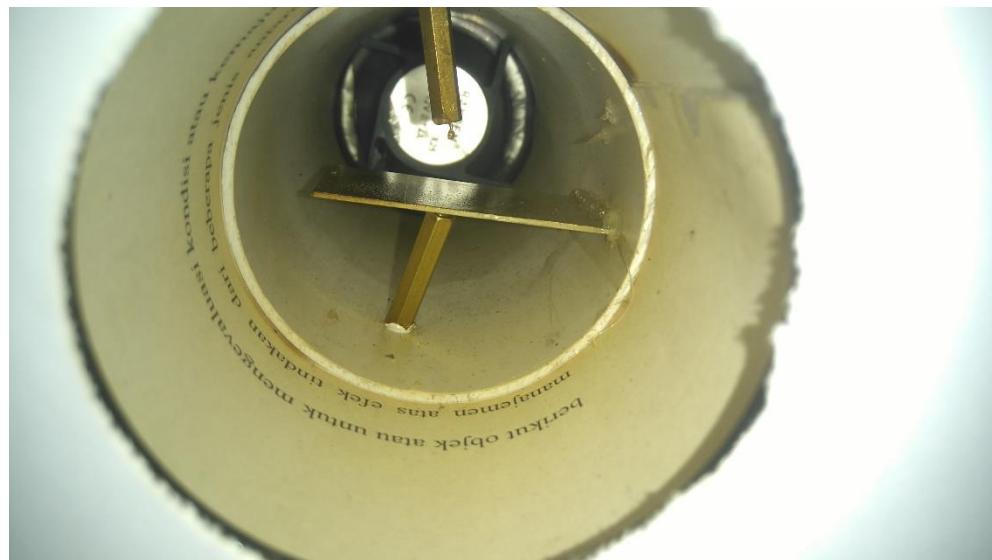
- Ihsan. (2016). *Berkenalan Dengan Arduino Nano*. Diakses pada tanggal 19 Februari 2018 dari <http://ecadio.com/mengenal-dan-belajar-arduino-nano>
- Kementerian Kesehatan RI. (2016). *HTTS 2016:Suarakan Kebenaran, Jangan Bunuh Dirimu Dengan Candu Rokok*. Diakses pada tanggal 17 Februari 2018 dari www.depkes.go.id
- L. Tonks, (1976). “*The birth of plasma*” Ameer. J. Phys., vol. 35, pp. 857-858
- Nainggolan, R. A. (2006). *Anda Mau Berhenti Merokok? Pasti Bisa*. Bandung: Indonesia Publishing House
- Nicholson, D.R., (1983). *Introduction Plasma Theory*, John Wiley & Sons.
- Panduan Teknisi. (2016). *Bagian Dan Fungsi Kaki Flyback*. Diakses pada tanggal 9 Januari 2018 dari <https://panduanteknisi.com/bagian-dan-fungsi-pin-kaki-flyback.html>
- Peraturan Pemerintah RI, No. 19. (2003). *Pengamanan Rokok Bagi Kesehatan RI*. Diakses pada tanggal 17 Februari 2018 dari <http://peraturan.go.id/pp/nomor-19-tahun-2003-11e44c4eb735e51098b6313231363039.html>,
- Destario, Y. P., Agung W., Abdul S. (2011). *Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi AC Untuk Proses Reduksi Asap Rokok Menggunakan Inverter Frekuensi Tinggi*. Jurnal Teknik Elektro UNDIP.
- Prieto, G., Takashima, Kim, H.H., K., Katsura, S., and Mizuno, A. (2002). *Performance Evaluation of Discharge Plasma for Gaseous Pollutant Removal*, Journal of Electrostatic Elsevier Vol. 55.
- Raizer, Y.P. (1997). *Gas Discharge Physics*, Springer-Verlag, Berlin
- Rutgers, W.R., and Van Veldhuizen. 2002. *Corrona Discharges: Fundamental and Diagnotics*, Journal Physics D: Appl. Phys., Vol 35
- Sapphire. (2009). *Bahaya Perokok Pasif*. Diakses pada tanggal 16 Februari 2018 dari www.Send.garp.com
- Sapta, Adjie. (2016). *Bekerja Dengan I2C LCD Dan Arduino*. Diakses pada tanggal 18 Juli 2018 dari <http://saptaji.com/2016/06/27/bekerja-dengan-i2c-lcd-dan-arduino/>,
- Sigmon, R. S. (1982) *Simple Approximation Treatment of Unipolar Space Charge Dominated Coronas : The Warburg Law and The Saturation Current*. J Application Physics. 53:891-898.

- Slamet, J. S. (1994). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Spyrout, N. Peruos, R., dan Hield, B. (1994) *New Result on a Point-to-Plane DC Plasma Reactor in Low-Pressure Dried Air*. Journal Phys. D: Appl. Phys. Vol. 27
- Sugiharto, A., Rasito., M. Nur., A. Suseno. (2004). *Pemanfaatan Plasma Non Termik Dalam Upaya Pengendalian Laju Polusi Udara Akibat Emisi Gas Kendaraan Bermotor Bermesin 2 Tag*. Pusat Studi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan (PUSARRAN) Lemlit UNDIP.
- Susana, T. (1998). *Karbon Dioksida*. Oseana 13: 1-11
- Tandra, H. (2003). *Merokok Dan Kesehatan*. Diakses pada tanggal 16 Februari 2018 dari <https://www.scribd.com/doc/164468010/Merokok-Dan-Kesehatan1>
- Tirtosastro S., Murdiyanti A. S. (2010). *Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok*. Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak 2(1) : 34-36
- Tseng, C. H. (1990). *The application of Pulsed Corona Discharge Technology in Flue Gas desulfurization and Denitrification*. The Air & Waste Management association's 92nd Annual Meeting & Exhibition. St. Louis. Missouri. USA.
- Wardhana, Wisnu Arya. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. ANDI: Yogyakarta.
- Wijaya, Awi Maulida. (2011). *Data Dan Situasi Rokok (Cigarette) Indonesia Terbaru*. Diakses pada tanggal 16 Febuari 2018 dari www.infodokterku.com/index.php/en/98-daftar-isi-content/data/data-kesehatan/214-data-dan-situasi-rokok-cigarette-indonesia-terbaru
- World Health Organization. (2016) *Media Center: Tobacco*. Diakses pada tanggal 16 Febuari 2018 dari <http://www.who.int/mediacenter/factsheets/fs339/en/online>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pipa Reaktor Plasma Lucutan Korona

- a. Saat Plasma Lucutan Korona Tidak Aktif



- b. Saat Plasma Lucutan Korona Aktif



Lampiran 2. Tampilan LCD

- a. Pada Saat Konsentrasi Karbon Monoksida 25 ppm



- b. Pada Saat Konsentrasi Gas CO 20 ppm



- c. Pada Saat Konsentrasi Gas CO 18 ppm



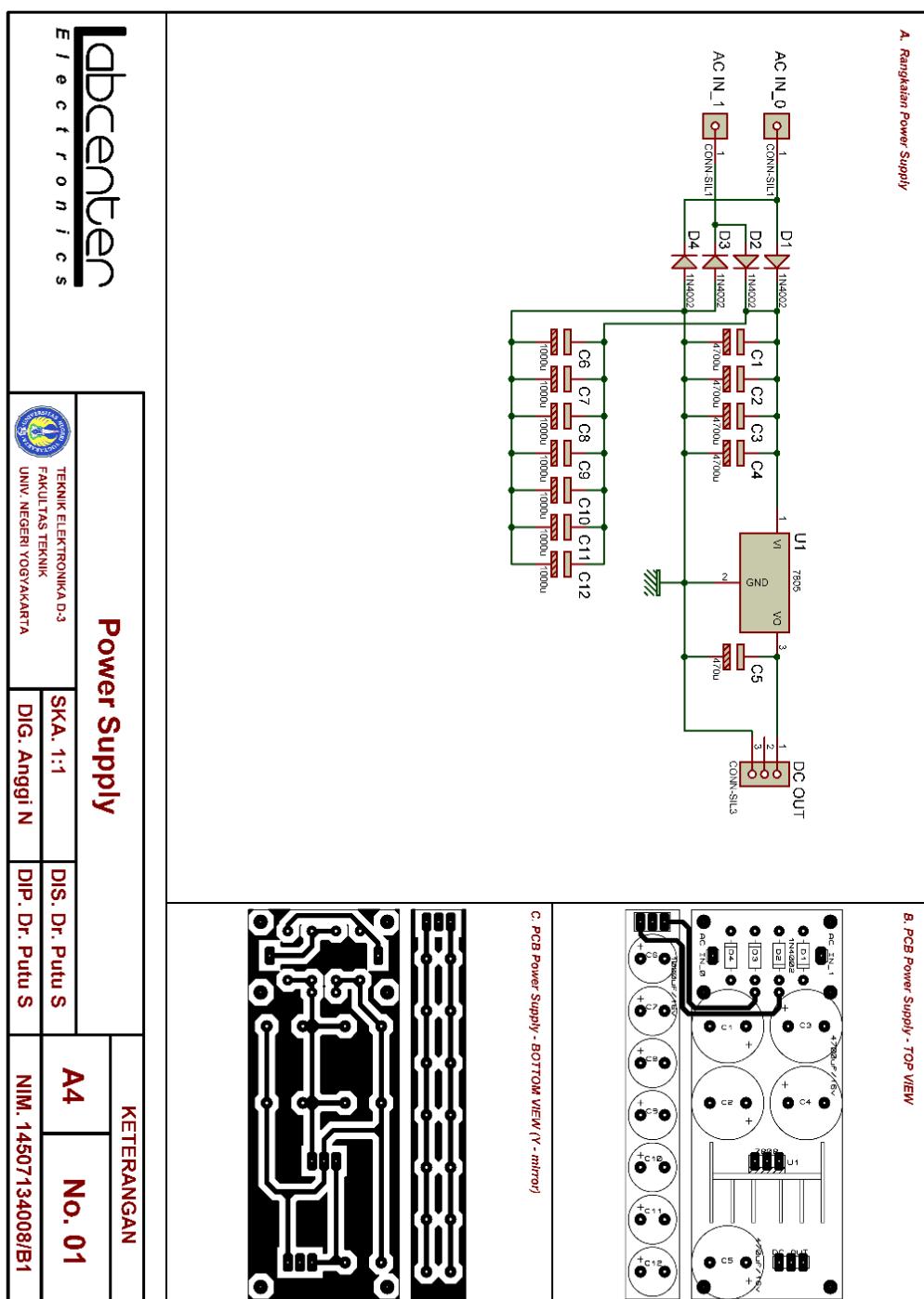
Lampiran 3. Pengukuran Vout Sensor Menggunakan Multimeter

Lampiran 4. Isi Box Kecil

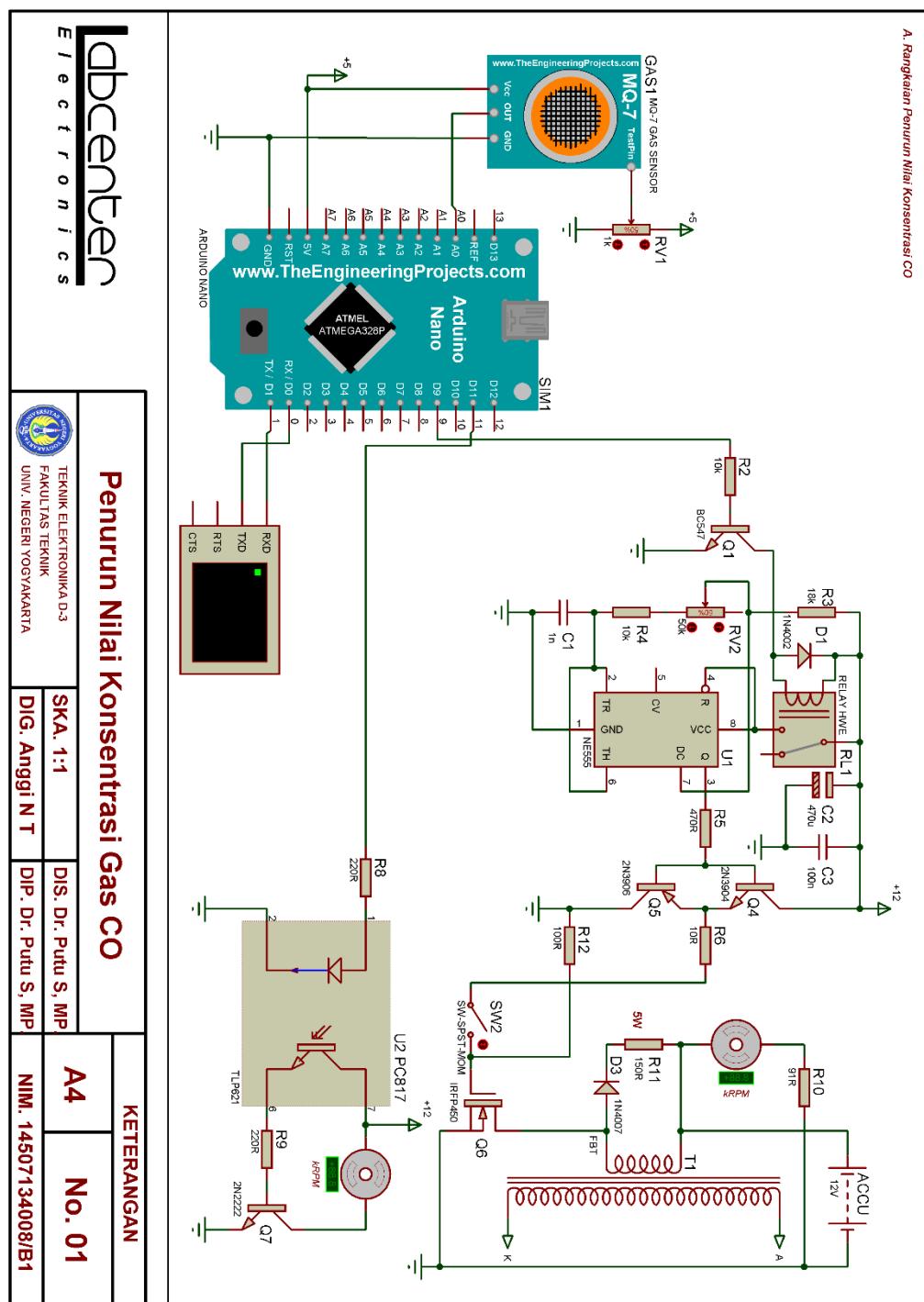
Lampiran 5. Penempatan Sensor

Lampiran 6. Rangkaian Hardware Keseluruhana. Rangkaian *Power Supply* 5V dan *Driver Flyback*b. Rangkaian *Power Supply* 12 V dan Arduino

Lampiran 7. Rangkaian Power Supply 5 V



Lampiran 8. Rangkaian Keseluruhan Alat



Lampiran 9. Datasheet Sensor MQ-7

HANWEI ELECTRONICS CO., LTD

MQ-7

<http://www.hwsensor.com>

TECHNICAL DATA

MQ-7 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to carbon monoxide
- * Stable and long life

APPLICATION

They are used in gas detecting equipment for carbon monoxide(CO) in family and industry or car.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
V _c	circuit voltage	5V±0.1	Ac or Dc
V _{H(H)}	Heating voltage (high)	5V±0.1	Ac or Dc
V _{H(L)}	Heating voltage (low)	1.4V±0.1	Ac or Dc
R _L	Load resistance	Can adjust	
R _H	Heating resistance	33Ω±5%	Room temperature
T _{H(H)}	Heating time (high)	60±1 seconds	
T _{H(L)}	Heating time (low)	90±1 seconds	
P _H	Heating consumption	About 350mW	

b. Environment conditions

Symbol	Parameters	Technical conditions	Remark
T _{ho}	Using temperature	-20°C-50°C	
T _{hs}	Storage temperature	-20°C-50°C	Advice using scope
RH	Relative humidity	Less than 95%RH	
O ₂	Oxygen concentration	21%(stand condition) the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic	Minimum value is over 2%

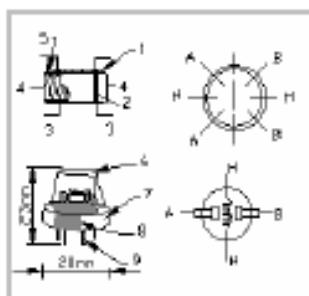
c. Sensitivity characteristic

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
R _s	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
Δ (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	R _s (300ppm)/R _s (100ppm)
Standard working condition	Temperature -20°C±2°C relative humidity 65%±5% RL:10KΩ±5%		
	V _c :5V±0.1V V _H :5V±0.1V V _H :1.4V±0.1V		
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

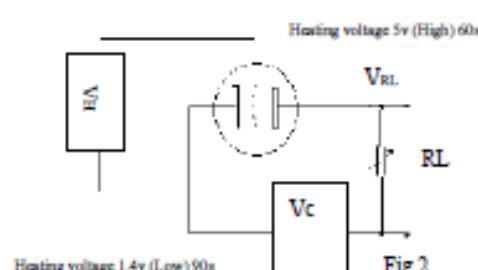
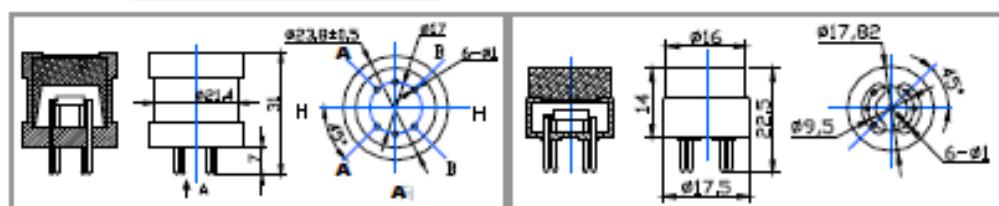
Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL₂O₃ ceramic tube, Tin Dioxide (SnO₂) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have

6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO ₂
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6 Anti-explosion	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1



Standard circuit:

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-7 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

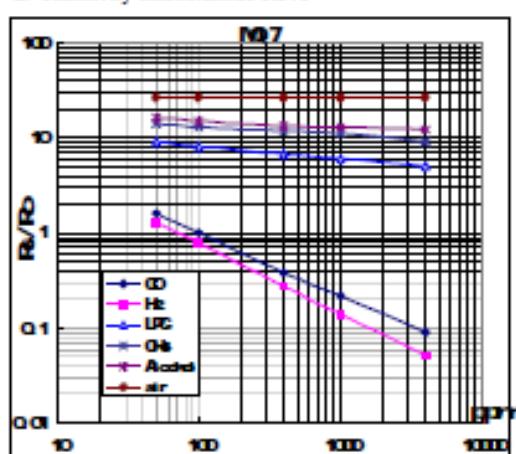


Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7 for several gases.

in their:
Temp: 20°C.
Humidity: 65%.
O₂ concentration 21%
RL=10kΩ
R₀: sensor resistance at 100ppm CO in the clean air.
R_s: sensor resistance at various concentrations of gases.

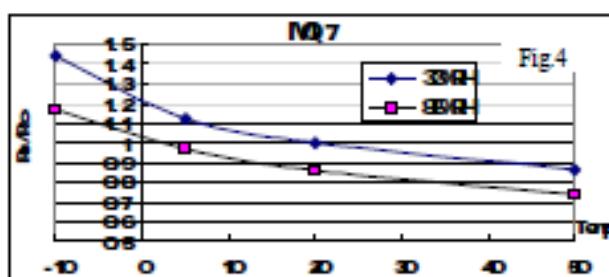


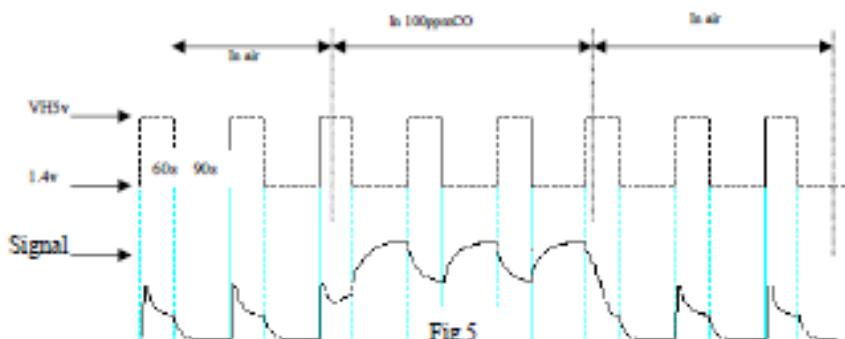
Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-7 on temperature and humidity.
 R₀: sensor resistance at 100ppm CO in air at 33%RH and 20degree.
 R_a: sensor resistance at 100ppm CO at different temperatures and humidities.

OPERATION PRINCIPLE

The surface resistance of the sensor R_s is obtained through effected voltage signal output of the load resistance R_L which series-wound. The relationship between them is described:

$$R_s/R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL}$$

Fig. 5 shows alterable situation of RL signal output measured by using Fig. 2 circuit output



signal when the sensor is shifted from clean air to carbon monoxide (CO), output signal measurement is made within one or two complete heating period (2.5 minute from high voltage to low voltage).

Sensitive layer of MQ-7 gas sensitive components is made of SnO₂ with stability. So, it has excellent long term stability. Its service life can reach 5 years under using condition.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-7 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 200ppm CO in air and use value of Load resistance that(R_L) about 10 K Ω (5K Ω to 47K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence. The sensitivity adjusting program:

- Connect the sensor to the application circuit.
- Turn on the power, keep preheating through electricity over 48 hours.
- Adjust the load resistance R_L until you get a signal value which is respond to a certain carbon monoxide concentration at the end point of 90 seconds.
- Adjust the another load resistance R_L until you get a signal value which is respond to a CO concentration at the end point of 60 seconds.

[Supplying special IC solutions, More detailed technical information, please contact us.](#)

Lampiran 10. Datasheet IRFP460

PowerMOS transistors Avalanche energy rated		IRFP460																																																
FEATURES	SYMBOL	QUICK REFERENCE DATA																																																
<ul style="list-style-type: none"> Repetitive Avalanche Rated Fast switching Stable off-state characteristics High thermal cycling performance Low thermal resistance 		$V_{DSS} = 500 \text{ V}$ $I_D = 20 \text{ A}$ $R_{DS(ON)} \leq 0.27 \Omega$																																																
GENERAL DESCRIPTION	PINNING	SOT429 (TO247)																																																
<p>N-channel, enhancement mode field-effect power transistor, intended for use in off-line switched mode power supplies, T.V. and computer monitor power supplies, d.c. to d.c. converters, motor control circuits and general purpose switching applications.</p> <p>The IRFP460 is supplied in the SOT429 (TO247) conventional leaded package.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIN</th><th>DESCRIPTION</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>gate</td></tr> <tr> <td>2</td><td>drain</td></tr> <tr> <td>3</td><td>source</td></tr> <tr> <td>tab</td><td>drain</td></tr> </tbody> </table>	PIN	DESCRIPTION	1	gate	2	drain	3	source	tab	drain																																							
PIN	DESCRIPTION																																																	
1	gate																																																	
2	drain																																																	
3	source																																																	
tab	drain																																																	
LIMITING VALUES	Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>SYMBOL</th><th>PARAMETER</th><th>CONDITIONS</th><th>MIN.</th><th>MAX.</th><th>UNIT</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V_{DSS}</td><td>Drain-source voltage</td><td>$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C</td><td>-</td><td>500</td><td>V</td></tr> <tr> <td>V_{GDS}</td><td>Drain-gate voltage</td><td>$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C; $R_{DS(on)} = 20 \text{ k}\Omega$</td><td>-</td><td>500</td><td>V</td></tr> <tr> <td>V_{GS}</td><td>Gate-source voltage</td><td></td><td>-</td><td>± 30</td><td>V</td></tr> <tr> <td>I_D</td><td>Continuous drain current</td><td>$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$</td><td>-</td><td>20</td><td>A</td></tr> <tr> <td>I_{Dp}</td><td>Pulsed drain current</td><td>$T_{mb} = 100^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$</td><td>-</td><td>12.4</td><td>A</td></tr> <tr> <td>P_D</td><td>Total dissipation</td><td>$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$</td><td>-</td><td>80</td><td>A</td></tr> <tr> <td>T_J, T_{mS}</td><td>Operating junction and storage temperature range</td><td>$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$</td><td>-55</td><td>150</td><td>°C</td></tr> </tbody> </table>	SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT	V_{DSS}	Drain-source voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	500	V	V_{GDS}	Drain-gate voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C ; $R_{DS(on)} = 20 \text{ k}\Omega$	-	500	V	V_{GS}	Gate-source voltage		-	± 30	V	I_D	Continuous drain current	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$	-	20	A	I_{Dp}	Pulsed drain current	$T_{mb} = 100^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$	-	12.4	A	P_D	Total dissipation	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$	-	80	A	T_J, T_{mS}	Operating junction and storage temperature range	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$	-55	150	°C		
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT																																													
V_{DSS}	Drain-source voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C	-	500	V																																													
V_{GDS}	Drain-gate voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$ to 150°C ; $R_{DS(on)} = 20 \text{ k}\Omega$	-	500	V																																													
V_{GS}	Gate-source voltage		-	± 30	V																																													
I_D	Continuous drain current	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$	-	20	A																																													
I_{Dp}	Pulsed drain current	$T_{mb} = 100^\circ\text{C}$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$	-	12.4	A																																													
P_D	Total dissipation	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$	-	80	A																																													
T_J, T_{mS}	Operating junction and storage temperature range	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$	-55	150	°C																																													

AVALANCHE ENERGY LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
E_{AS}	Non-repetitive avalanche energy	Unclamped inductive load, $I_{AS} = 20 \text{ A}$; $t_p = 0.2 \text{ ms}$; T_J prior to avalanche = 25°C ; $V_{GS} \leq 50 \text{ V}$; $R_{DS(on)} = 50 \Omega$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$	-	1300	mJ
E_{AR}	Repetitive avalanche energy ¹	$I_{AR} = 20 \text{ A}$; $t_p = 2.5 \mu\text{s}$; T_J prior to avalanche = 25°C ; $R_{DS(on)} = 50 \Omega$; $V_{GS} = 10 \text{ V}$	-	32	mJ
I_{AS}, I_{AR}	Repetitive and non-repetitive avalanche current		-	20	A

¹ pulse width and repetition rate limited by T_J max.

PowerMOS transistors
Avalanche energy rated

IRFP460

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th(j\text{-}mb)}$	Thermal resistance junction to mounting base		-	-	0.5	K/W
$R_{th(j\text{-}A)}$	Thermal resistance junction to ambient	SOT429 package, in free air	-	45	-	K/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $T_j = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source breakdown voltage	$V_{GS} = 0\text{ V}; I_D = 0.25\text{ mA}$	500	-	-	V
$\Delta V_{(BR)DSS} / \Delta T_j$	Drain-source breakdown voltage temperature coefficient	$V_{GS} = V_{DS}; I_D = 0.25\text{ mA}$	-	0.1	-	%/K
$R_{DS(on)}$	Drain-source on resistance	$V_{GS} = 10\text{ V}; I_D = 10\text{ A}$	-	0.2	0.27	Ω
$V_{GS(th)}$	Gate threshold voltage	$V_{GS} = V_{DS}; I_D = 0.25\text{ mA}$	2.0	3.0	4.0	V
g_m	Forward transconductance	$V_{GS} = 30\text{ V}; I_D = 10\text{ A}$	13	18	-	s
$I_{DS(on)}$	Drain-source leakage current	$V_{GS} = 500\text{ V}; V_{DS} = 0\text{ V}$	-	2	50	μA
$I_{GS(on)}$	Gate-source leakage current	$V_{GS} = 400\text{ V}; V_{DS} = 0\text{ V}; T_j = 125^\circ\text{C}$	-	100	1000	μA
$V_{GS(on)}$		$V_{GS} = \pm 30\text{ V}; V_{DS} = 0\text{ V}$	-	10	200	nA
$Q_{g(tot)}$	Total gate charge	$I_D = 20\text{ A}; V_{GS} = 400\text{ V}; V_{DS} = 10\text{ V}$	-	147	190	nC
$Q_{g\text{sr}}$	Gate-source charge		-	12	18	nC
Q_{gd}	Gate-drain (Miller) charge		-	78	100	nC
$t_{(on)}$	Turn-on delay time	$V_{GS} = 250\text{ V}; R_D = 12\text{ }\Omega$	-	23	-	ns
$t_{(on)}^*$	Turn-on rise time	$R_D = 3.9\text{ }\Omega$	-	72	-	ns
$t_{(off)}$	Turn-off delay time		-	150	-	ns
$t_{(off)}^*$	Turn-off fall time		-	75	-	ns
L_d	Internal drain inductance	Measured from tab to centre of die	-	3.5	-	nH
L_d^*	Internal drain inductance	Measured from drain lead to centre of die	-	4.5	-	nH
L_s	Internal source inductance	Measured from source lead to source bond pad	-	7.5	-	nH
C_{iss}	Input capacitance	$V_{GS} = 0\text{ V}; V_{DS} = 25\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	-	3000	-	pF
C_{oss}	Output capacitance		-	480	-	pF
C_{fs}	Feedback capacitance		-	270	-	pF

SOURCE-DRAIN DIODE RATINGS AND CHARACTERISTICS

 $T_j = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

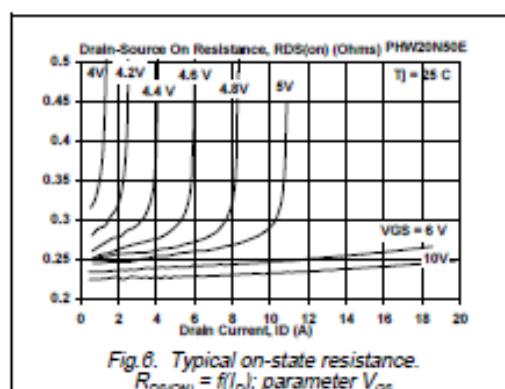
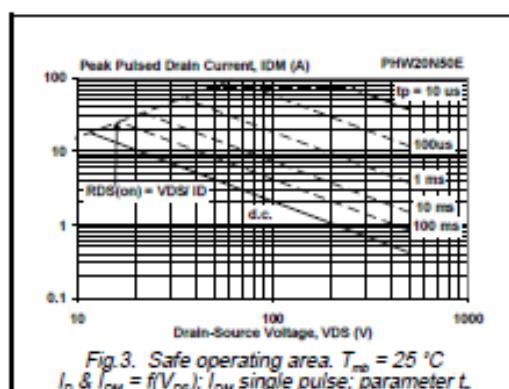
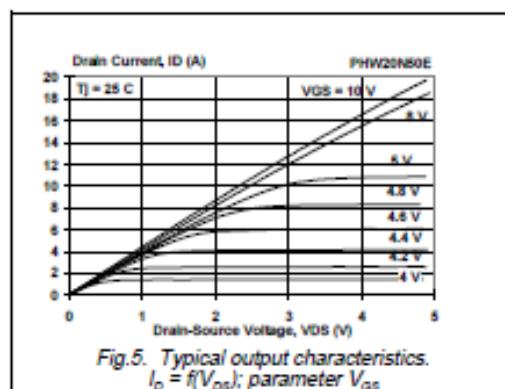
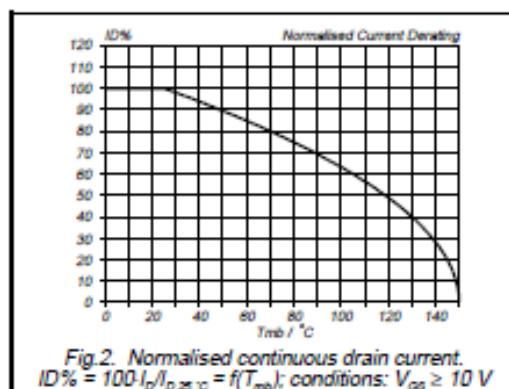
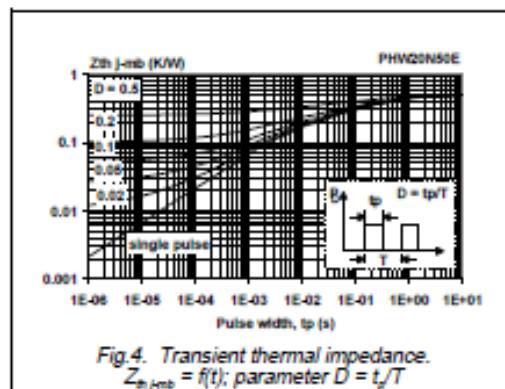
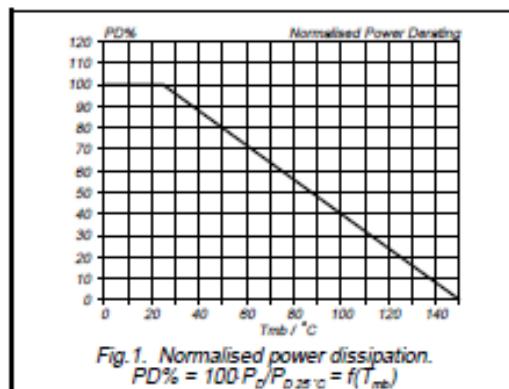
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_S	Continuous source current (body diode)	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$	-	-	20	A
I_{SM}	Pulsed source current (body diode)	$T_{mb} = 25^\circ\text{C}$	-	-	80	A
V_{SD}	Diode forward voltage	$I_S = 20\text{ A}; V_{GS} = 0\text{ V}$	-	-	1.5	V
t_{Q_r}	Reverse recovery time	$I_S = 20\text{ A}; V_{GS} = 0\text{ V}; dI/dt = 100\text{ A}/\mu\text{s}$	-	900	-	ns
	Reverse recovery charge		-	15	-	μC

Philips Semiconductors

Product specification

PowerMOS transistors
Avalanche energy rated

IRFP460

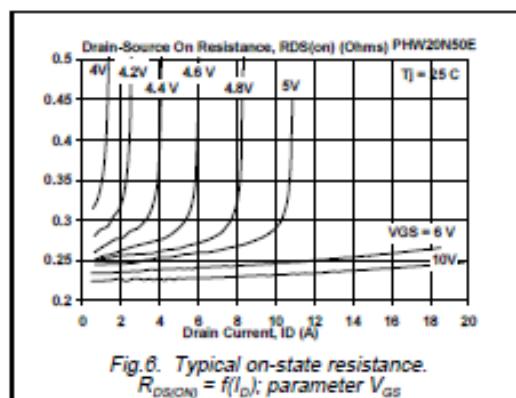
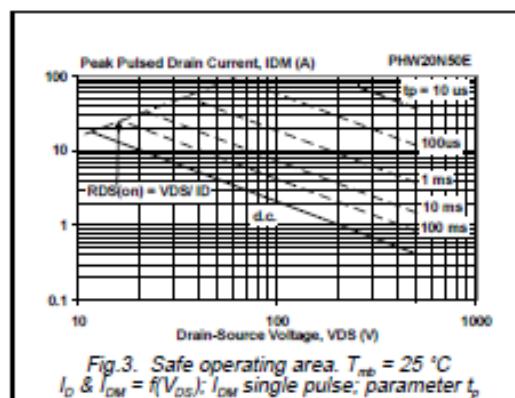
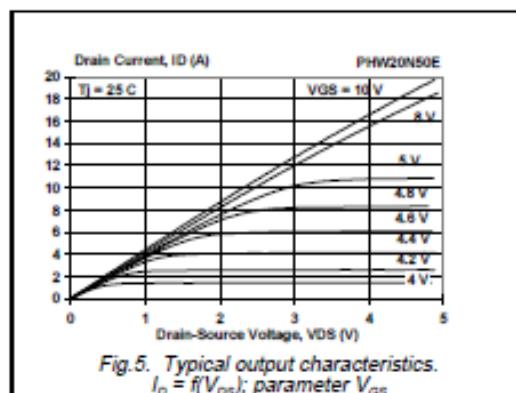
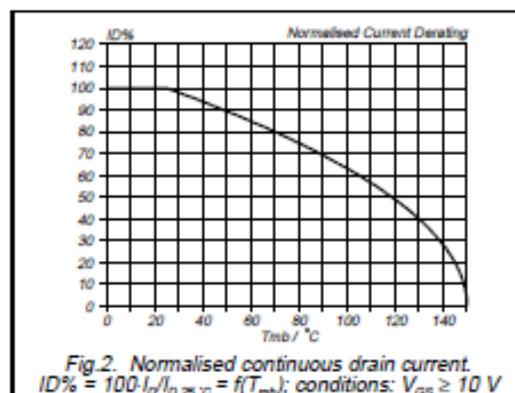
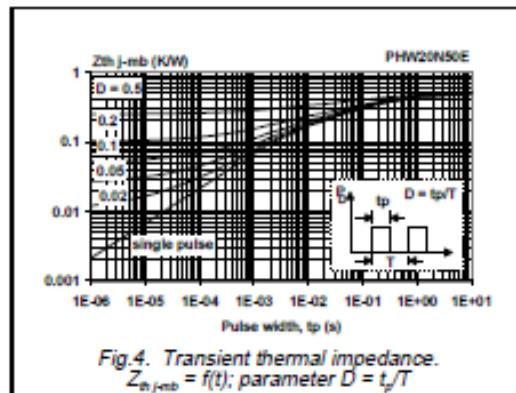
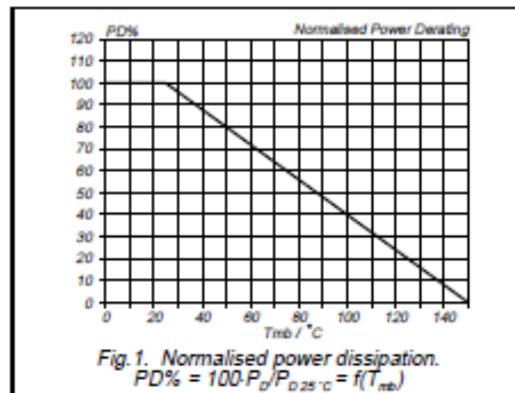


Philips Semiconductors

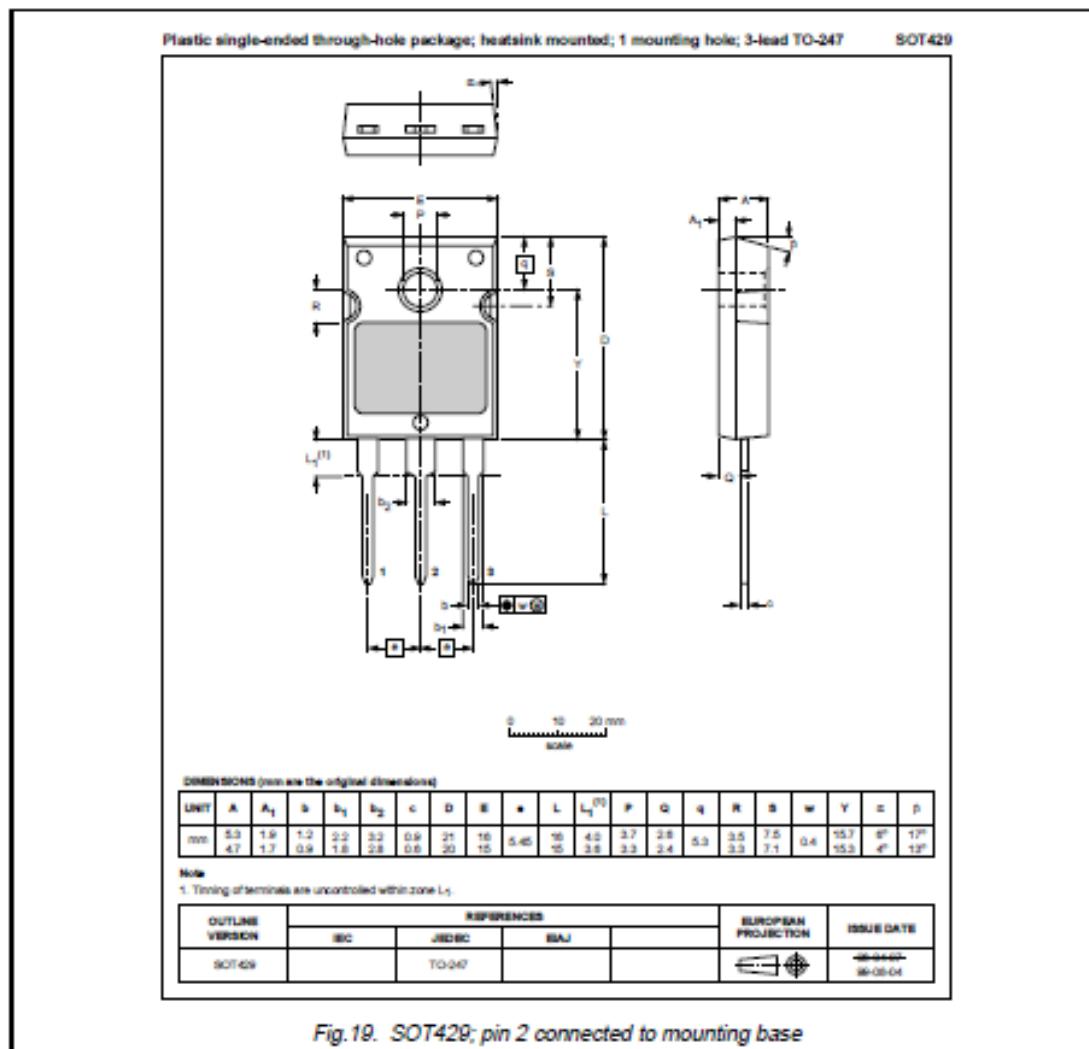
Product specification

PowerMOS transistors
Avalanche energy rated

IRFP460



MECHANICAL DATA



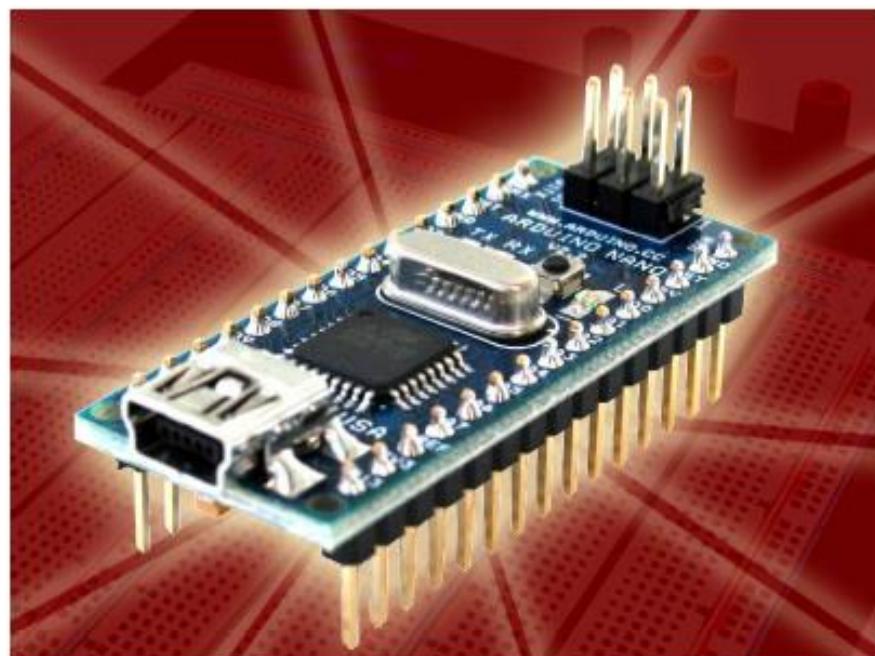
Notes

1. Observe the general handling precautions for electrostatic-discharge sensitive devices (ESDs) to prevent damage to MOS gate oxide.
2. Refer to mounting instructions for SOT429 envelope.
3. Epoxy meets UL94 V0 at 1/8".

Lampiran 11. Datasheet Arduino Nano

Arduino Nano (V2.3)

User Manual



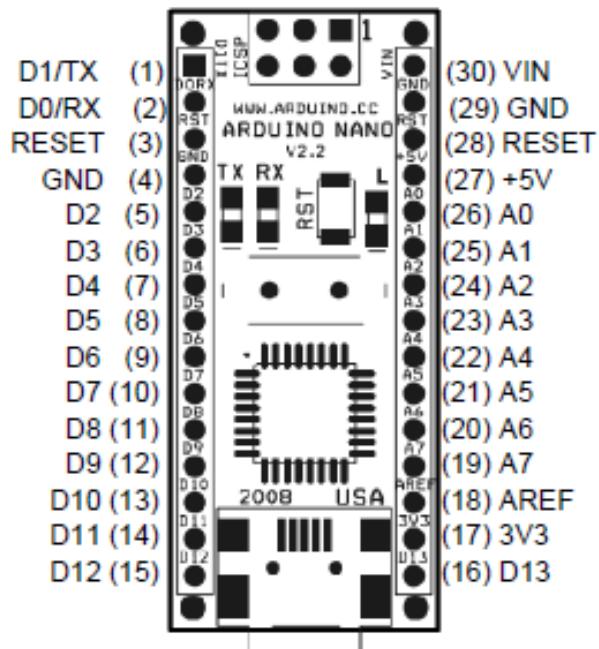
Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

More information:

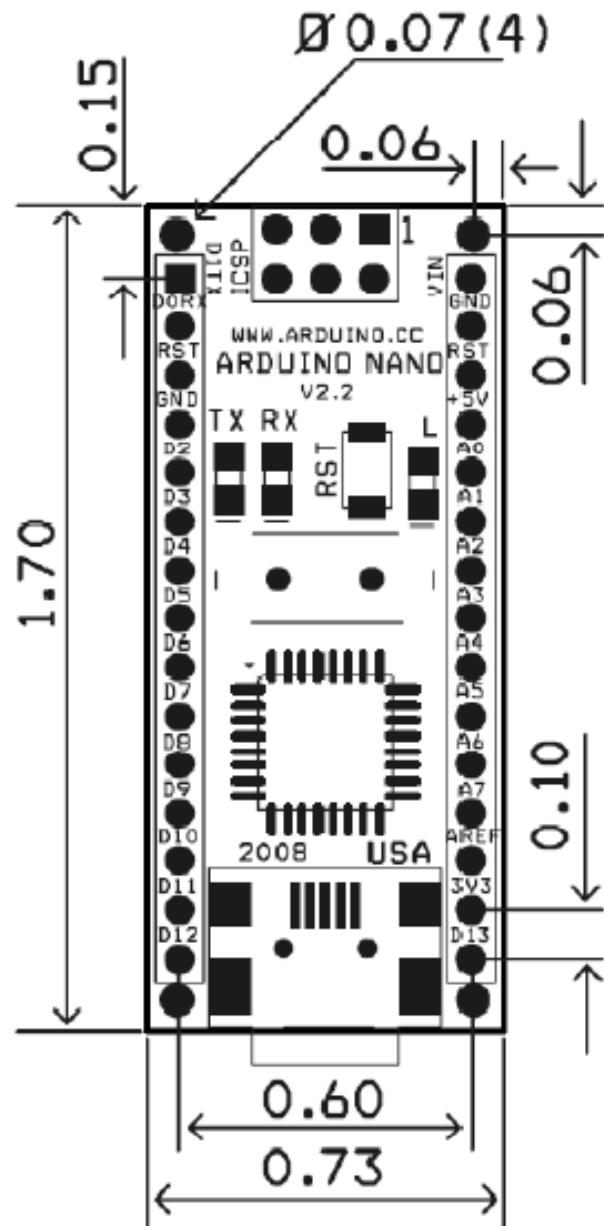
www.arduino.cc

Rev. 2.3

Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Arduino Nano Mechanical Drawing

ALL DIMENTIONS ARE IN INCHES

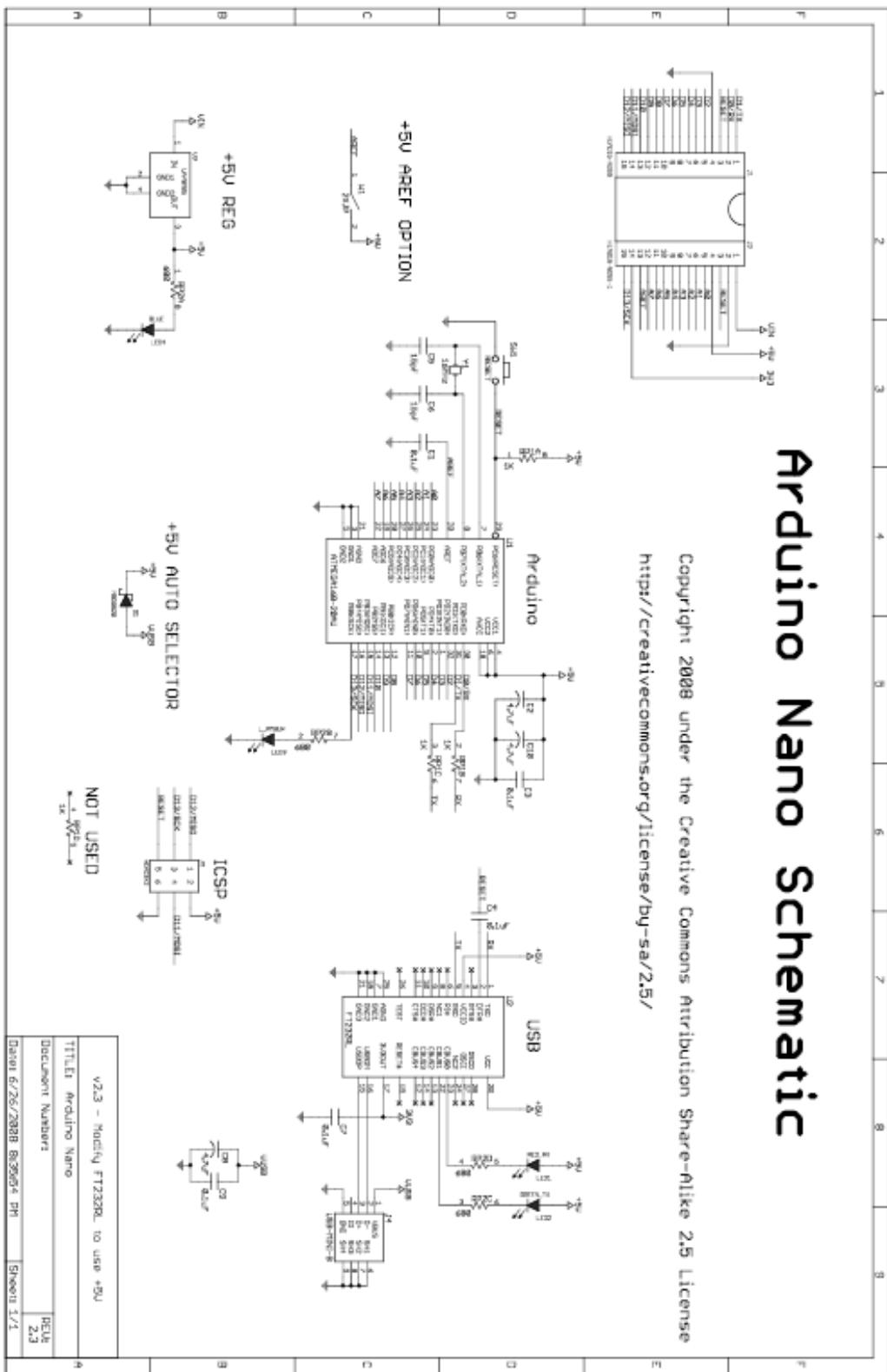
Arduino Nano Bill of Material

Item Number	Oty.	Ref. Dest.	Description	Mfg. P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	5	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10%	C0805C104K5RACTU	Kemet	80-C0805C104K5R	ouser
2	3	C2,C8,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10%	T491A475K010AT	Kemet	80-T491A475K010	ouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 18pF 50V 5%	C0805C18015GACTU	Kemet	80-C0805C18015G	ouser
4	1	D1	Diode, Schottky 0.5A 20V	MBR0520LTIG	ONSem	863-MBR0520LTIG	ouser
5	1	J1,J2	Headers, 36p 1 Row	68000-136HLF	FCL	649-68000-136HLF	ouser
6	1	J4	Connector, Mini-B Recept	67503-1020	Molek	53B-67503-1020	ouser
7	1	J5	Headers, 72p 2 Rows	67996-272HLF	FCI	649-67996-272HLF	ouser
8	1	LD1	LED, Super Bright RED 100mcd 640nm 120degree	APT20125RCPRV	Kingbright	604-APT20125RCPRV	ouser
9	1	LD2	LED, Super Bright GREEN 50mcd 570nm 110degree	APHCM2012CGCK-F01	Kingbright	604-APHCM2012CGCK	ouser
10	1	LD3	LED, Super Bright ORANGE 80mcd 601nm 110degree	APHCM2012SECK-F01	Kingbright	604-APHCM2012SECK	ouser
11	1	LD4	LED, Super Bright BLUE 80mcd 470nm 110degree	LTST-C170TBKT	Lite-On Inc	160-1579-1-ND	Digkey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5%	YC164-JR-071KL	Yageo	YC164J-1.0KCT-ND	Digkey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5%	YC164-JR-076S0RL	Yageo	YC164J-680CT-ND	Digkey
14	1	SW1	62.5mW 4PES SMD	B3LU-1000P	Omron	SW10200CT-ND	Digkey
15	1	U1	Switch, Momentary Tact SPST 150gf 3.0x2.5mm	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	ouser
16	1	U2	IC, Microcontroller RISC 16kB Flash, 0.5kB EEPROM, 23 I/O Pins	FT232RL	FTDI	895-FT232RL	ouser
17	1	U3	IC, USB to SERIAL UART 28	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	ouser
18	1	Y1	IC, Voltage regulator 5V, 500mA SOT-223	UA78M05CDCYRG3	TI	595-UA78M05CDCYRG3	ouser
			Crystal, 16MHz +/-20ppm				
			HC-49/US Low Profile	ABL16.000MHZ-B2	Abrac	815-ABL16-B2	ouser

Arduino Nano Schematic

CC-BY-NC-SA 2008 under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 license

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>



Lampiran 12. Program Keseluruhan

```

//Bismillah=====
//Inisialisasi pwm
#include <SoftPWM.h>
int PWM;

//Inisialisasi LCD
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2) ;

//Inisialisasi driver
#define driverAnalog 9 //D9 pin driver analog

//Inisialisasi kipas
#define kipas 11 //D11

//Inisialisasi MQ7
#include "MQ7.h"
MQ7 mq7(A0,5.0);
float CO = 0.00;

//Inisialisasi tegangan
float voltageCO = 0.00;
unsigned int AdcMQ7 = 0;

void setup() {
    //^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
    ^^^^^^
    //InitTimersSafe(); //initialize all timers except for
    // 0, to save time keeping functions
    Serial.begin (9600); //Serial Monitor //baudrate 9600
    bps
    pinMode(driverAnalog, OUTPUT);
    pinMode(kipas, OUTPUT);
    //Inisialisasi LCD
    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.clear();
}

void loop() {
    //^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
    ^^^^^^
    //Pembacaan CO(Karbon Monoksida) Sensor MQ 7
    CO = mq7.getPPM();

    //teganganSensor(A0);
    //int RlCO = 10000; //Rl=10K Ohm
    AdcMQ7 = analogRead(A0);
    voltageCO = AdcMQ7 * (5 / 1023.0); //Resolusi ADC =
    Vref/(nilai bit-1)
}

```

```
delay(250);
//float RsCO = R1CO*((5-VoltageCO)/VoltageCO);
//Menampilkan ke LCD

lcd.setCursor(0,0);
.print("CO :");
.print(CO);
.print(" ppm");
    lcd.setCursor(0,1);
.print("Vs :");
.print(voltageCO);
.print(" volt");

//Menampilkan ke serial
Serial.print("CO: ");
ial.print(CO);
ial.println(" ppm");
ial.println();
    Serial.print("V out sensor: ");
ial.print(voltageCO);
ial.println(" volt");

//Kendali driver dan kipas
if (CO <= 10) { //OFF // <=10
    digitalWrite (driverAnalog,LOW);
    digitalWrite (kipas, LOW);
    //lcd.setCursor(0,1); lcd.print("FBT mati");
    Serial.println("keadaan kipas: mati");
}
else { //jika tidak //ON
    digitalWrite (driverAnalog,HIGH);
    digitalWrite (kipas, HIGH);
/lcd.setCursor(0,1); lcd.print("FBT nyala");
    Serial.println("keadaan kipas: nyala");
}
}
//Alhamdulillah=====
=
```

