



**Prototipe Alat Pengendali Suhu Untuk Mengurangi Kelembaban Pada  
Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano**

**PROYEK AKHIR**

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



**OLEH:**

**ANANTO AGA MARINDRO**

**NIM. 14507134025**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2017**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
PROYEK AKHIR**

**Prototipe Alat Pengendali Suhu Untuk Mengurangi Kelembaban Pada  
Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano**

Oleh

**ANANTO AGA MARINDRO**

**14507134025**

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing:

Untuk diuji

Yogyakarta, 28 Agustus 2017

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Elektronika

Menyetujui,

Pembimbing Proyek Akhir



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



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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PROYEK AKHIR**

**Prototipe Alat Pengendali Suhu Untuk Mengurangi Kelembaban Pada  
Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano**

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

**ANANTO AGA MARINDRO**




**14507134025**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji Proyek Akhir  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Pada tanggal

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar  
Ahli Madya Teknik

**SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

Nama	Jabatan	Tanggal	Tanda Tangan
1. Dr. Putu Sudira, M.P.	Ketua Penguji	9 Oktober 2017	
2. Drs. Djoko Santoso, M.Pd.	Sekretaris Penguji	10 Oktober 2017	
3. Dr. Umi Rochayati, M.T	Penguji	9 Oktober 2017	

Yogyakarta, 10. Oktober 2017

Dekan Fakultas Teknik UNY



**Dr. Widarto, M.Pd.**

NIP. 19631230 198812 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ananto Aga Marindro  
NIM : 14507134025  
Program Studi : Teknik Elektronika D-III  
Judul Proyek Akhir : Prototipe Alat Pengendali Suhu Untuk Mengurangi Kelembaban Pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano

Menyatakan bahwa Proyek Akhir ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak berisi materi yang ditulis oleh orang lain sebagai persyaratan penyelesaian studi di Universitas Negeri Yogyakarta atau perguruan tinggi lain, kecuali bagian-bagian tertentu saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar. Jika ternyata terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 28 Agustus 2017

Yang menyatakan,



Ananto Aga Marindro

NIM. 14507134025

## **MOTTO**

*“Man Shabara Zhafira”*

*Siapa Yang Bersabar Pasti Akan Beruntung*

*“Wahai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu.” (QS. Ali-Imron: 200)*

*“Keep Strong And Never Give Up”*

*Semangat Selalu dan Pantang Menyerah”*

*Menuntu ilmu itu tidak hanya dari sebuah buku, tapi bisa dari sebuah pengalaman. Pengalamanlah yang bisa membuat kita menjadi lebih dewasa dalam bersikap.*

*Bersabar dan jalani dengan penuh semangat dalam menghadapi cobaan. Sejatinya cobaan akan terasa ringan apabila kita lapang dada dan bergerak untuk melaluinya dan cobaan akan terasa berat apabila kita hanya terus memikirkannya tanpa melakukan suatu tindakan.*

*Tidak ada masalah yang tidak dapat diselesaikan selama ada sebuah komitmen bersama untuk menyelesaikannya.*

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan nikmatnya yang berupa nikmat kesehatan, kesabaran dan kekuatan sehingga Laporan Proyek Akhir ini dapat terselesaikan. Tidak lupa sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW.

Sebagai tanda bakti, cinta dan terima kasih kupersembahkan karya ini kepada Ibu dan Bapakku yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, doa dan cinta yang tiada habisnya. Semoga ini mejadi sebuah awal baik untuk dapat membahagiakan Ibu dan Bapak, karena aku sadar selama ini belum bisa berbuat apa-apa, hanya bisa menyusahkan Ibu dan Bapak. Dan aku tahu segala yang telah Ibu dan Bapak berikan tidak dapat aku balas hanya dengan beberapa lembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan ini. Terima kasih banyak Ibu dan Bapak atas segala hal yang telah diberikan kepadaku selama ini.

Terima kasih untuk adikku Anin yang selalu memberikan dukungan kepadaku dengan caramu sendiri. Walaupun sering bertengkar tetapi kalau tidak ada adik suasana rumah menjadi sunyi. Terima kasih sekali lagi atas bantuan dan doanya juga, hanya karya kecil ini yang dapat aku persembahkan. Maaf belum bisa menjadi kakak yang baik.

Sebagai tanda cinta dan kasihku, aku persembahkan karya ini buat kamu Fatma. Terima kasih atas kasih sayang, dukungan, perhatian, kesabaran dan semangat yang telah kau berikan kepadaku selama ini hingga aku dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Fatma sayang pilihan yang terbaik buatku dan masa depanku.

Terima kasih kepada Bapak Putu, Bapak Fatchul, Bapak Totok, Ibu Sri, Bapak Handaru, dan dosen-dosen serta staf Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY yang selama ini telah mencurahkan ilmu kepadaku untuk bisa menjadi bekal bagiku kedepannya. Saya tidak akan lupa atas semua bantuan, ilmu, doa, dan nasehat yang selalu bapak ibu berikan selama ini.

Terima kasih untuk teman-teman kelas B Teknik Elektronika 2014, HIMANIKA 2015, HIMANIKA 2016, UKM RESTEK 2015, BEM FT UNY 2016 dan teman-teman fakultas Teknik UNY yang membuka pandangan baru tentang hidup bagiku, membantu dalam menemukan jati diri, dan membuat aku begitu nyaman berada dikampus dengan penuh canda tawa, penuh tantangan, penuh rasa suka maupun duka dan hal-hal lain yang tidak dapat aku tuliaskan satu persatu dalam persembahan ini.

# PROTOTYPE ALAT PENGENDALI SUHU UNTUK MENGURANGI KELEMBABAN PADA BAGIAN DALAM SEPATU BERBASIS ARDUINO NANO

Oleh : Ananto Aga Marindro  
NIM : 14507134025

## ABSTRAK

Pembuatan proyek akhir ini bertujuan untuk merealisasikan perangkat lunak dan perangkat keras serta unjuk kerja dari prototipe alat pengendali suhu untuk mengurangi kelembaban pada bagian dalam sepatu berbasis arduino nano. Alat ini dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler arduino nano yang terdapat pada masing-masing sepatu yang akan mengolah data suhu dan kelembaban yang berasal dari pembacaan sensor DHT11 di dalam sepatu.

Proses pembuatan proyek akhir ini melalui beberapa tahapan, yaitu : (1) Identifikasi kebutuhan, (2) Analisa kebutuhan, (3) Perancangan alat, (4) Pembuatan alat, (5) Pengujian. Komponen-komponen yang akan digunakan sesuai kebutuhan sistem. Alat ini menggunakan sepatu jenis kanvas dengan sol yang tebal yang digunakan sebagai tempat peletakkan komponen-komponen. Baterai Li-Ion digunakan untuk memberikan pasokan daya ke rangkaian. Led digunakan sebagai indikator tegangan baterai dan sebagai indikator suhu dan kelembaban. Aktuator *fan* DC digunakan sebagai pengatur suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu.

Hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh bahwa unjuk kerja dari prototipe alat pengendali suhu untuk mengurangi kelembaban pada bagian dalam sepatu berbasis arduino nano secara keseluruhan pengujian berhasil dengan baik. unjuk kerja dari alat ini secara keseluruhan sesuai dengan fungsi yang telah ditetapkan, yaitu program membaca suhu dan kelembaban didalam sepatu kemudian diolah di arduino dan kelurannya berupa gerakan *fan* DC untuk mengatur suhu dan kelembaban. Berdasarkan hasil pengujian *fan* DC, *fan* DC aktif jika suhu  $> 26^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $> 80\%$ , dan *fan* akan mati ketika suhu  $\leq 26^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $\leq 80\%$ . Untuk hasil pengujian sensor DHT11 pada alat ini ternyata memiliki *error* dalam pembacaan suhu dan kelembaban. Untuk pembacaan suhu memiliki *error* sebesar 0,85% untuk sepatu kanan dan 1,02% untuk sepatu kiri. Sedangkan untuk kelembaban memiliki *error* pembacaan sebesar 2,39% untuk sepatu bagian kanan dan 2,93% untuk sepatu kiri.

Kata kunci : Pengendali Suhu, Arduino Nano

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunianya, Laporan Proyek Akhir dalam rangka memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar Ahli Madya dengan judul “Prototipe Alat Pengndali Suhu Untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano” dapat disusun sesuai dengan harapan.

Dalam menyusun Laporan Proyek Akhir ini penulis merasa banyak kekurangan sehingga berharap ada kritik saran yang membangun dari semua pihak yang nantinya digunakan untuk menyempurnakan laporan. Selama penyusunan Laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Putu Sudira, M.P. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Laporan Proyek Akhir ini
2. Dr. Putu Sudira, M.P., Drs. Djoko Santoso, M.Pd., Dr. Umi Rochayati, M.T. selaku Ketua Penguji, Sekretaris, dan Penguji yang sudah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif pada 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. Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Orang tua, keluarga, dan orang-orang terdekat yang telah memberikan dukungan dan doa restu sehingga Laporan Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Teman-teman Fakultas Teknik UNY khususnya Teknik Elektronika kelas B 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.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak diatas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Laporan Proyek Akhir ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 28 Agustus 2017

Penulis,

Ananto Aga Marindro

NIM 14507134025

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
MOTTO .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	5
E. Tujuan .....	6
F. Manfaat .....	6
G. Keaslian Gagasan .....	7

BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH .....	9
A. Prototipe .....	9
B. Sepatu .....	13
C. Suhu dan Kelembaban yang Nyaman .....	15
D. Arduino .....	17
1. Arduino Nano .....	18
2. <i>Software</i> Arduino IDE .....	20
3. Bahasa Pemograman Arduino IDE .....	27
E. Sensor DHT11 .....	31
1. Spesifikasi DHT11 .....	32
2. Komunikasi Serial DHT11 .....	34
F. <i>Boost</i> Konverter DC to DC.....	36
1. Mode <i>Continous</i> .....	39
2. Mode <i>Discontinous</i> .....	39
G. <i>Fan</i> DC (Kipas Pendingin) .....	42
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT .....	44
A. Identifikasi Kebutuhan .....	44
B. Analisa Kebutuhan .....	45
C. Alat dan Bahan .....	47
D. Blok Diagram Rangkaian .....	48
E. Perancangan Alat .....	52
1. Perancangan Perangkat Keras .....	52
2. Perancangan Perangkat Lunak .....	53

F. Pembuatan Alat .....	58
G. Spesifikasi Alat .....	59
H. Pengujian Alat .....	59
1. Uji Fungsional .....	59
2. Uji Unjuk Kerja .....	60
I. Pengoperasian Alat .....	63
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN .....	64
A. Hasil Pengujian .....	64
B. Pembahasan .....	77
C. Unjuk Kerja .....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	85
A. Kesimpulan .....	85
B. Keterbatasan Alat .....	86
C. Saran .....	87
DAFTAR PUSTAKA .....	88
LAMPIRAN .....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Fungsi PIN MOSFET MT3608 .....	41
Tabel 2. Daftar Peralatan yang Dibutuhkan.....	47
Tabel 3. Daftar Bahan yang Dibutuhkan .....	48
Tabel 4. Hasil Pengujian Elektrikal Rangkaian pada Sepatu Kanan .....	65
Tabel 5. Hasil Pengujian Elektrikal Rangkaian pada Sepatu Kiri .....	66
Tabel 6. Hasil Pengujian Suhu pada Sepatu Kanan .....	67
Tabel 7. Hasil Pengujian Suhu pada Sepatu Kiri .....	68
Tabel 8. Hasil Pengujian Kelembaban pada Sepatu Kanan .....	68
Tabel 9. Hasil Pengujian Kelembaban pada Sepatu Kiri .....	69
Tabel 10. Hasil Pengujian Aktuator <i>Fan</i> DC.....	69
Tabel 11. Hasil Pengujian Indikator Tegangan Baterai Pada Sepatu Kanan ...	71
Tabel 12. Hasil Pengujian Indikator Tegangan Baterai Pada Sepatu Kiri .....	71
Tabel 13. Hasil Pengujian Indikator Suhu dan Kelembaban pada Alat.....	72
Tabel 14. Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai pada Sepatu Kanan .....	74
Tabel 15. Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai pada Sepatu Kiri .....	75
Tabel 16. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan pada Sepatu Kanan.....	76
Tabel 17. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan pada Sepatu Kiri.....	77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan <i>Prototyping</i> .....	11
Gambar 2. Sepatu Berbahan Kanvas.....	14
Gambar 3. Arduino Nano.....	18
Gambar 4. Skematik Arduino Nano .....	19
Gambar 5. Komunikasi Serial Arduino .....	20
Gambar 6. Tampilan Awal Arduino .....	21
Gambar 7. Tipe Data Pada Arduino .....	28
Gambar 8. Struktur Minimal Program C Arduino .....	28
Gambar 9. Sensor DHT11 .....	32
Gambar 10. Pin Pada Sensor DHT11 .....	33
Gambar 11. Diagram Pengiriman Data Sensor DHT11 .....	35
Gambar 12. Sinyal Awal dari Mikrokontroler.....	35
Gambar 13. Sinyal Respon DHT11 .....	36
Gambar 14. Sinyal Bit 1 dan 0.....	36
Gambar 15. Rangkaian <i>Boost</i> Konverter DC-DC .....	37
Gambar 16. MOSFET Ketika <i>ON</i> .....	38
Gambar 17. MOSFET <i>OFF</i> .....	38
Gambar 18. Gelombang <i>Continous Boost</i> Konverter DC .....	39
Gambar 19. Gelombang <i>Discontinous Boost</i> Konverter DC .....	40
Gambar 20. Modul MT3608 .....	40
Gambar 21. Rangkaian Modul MT3608 .....	41

Gambar 22. <i>Fan DC</i> .....	42
Gambar 23. Blok Diagram Sistem .....	49
Gambar 24. Rangkaian Saklar Otomatis dengan Transistor BC547.....	52
Gambar 25. Rangkaian Indikator Baterai .....	53
Gambar 26. <i>Flowchart</i> Program Keseluruhan .....	55
Gambar 27. Pengujian Sensor DHT11 .....	67
Gambar 28. <i>Charger Desktop</i> Untuk Mengetahui Persen Baterai.....	70
Gambar 29. Led Indikator Biru Menyala Ketika Suhu Dibawah 23°C. ....	73
Gambar 30. Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi .....	76

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat dan Pengujian.....	92
Lampiran 2. Skema Rangkaian .....	94
Lampiran 3. Program .....	95
Lampiran 4. Datasheet Arduino Nano .....	98
Lampiran 5. Datasheet DHT11 .....	105
Lampiran 6. Datasheet Transistor BC547 .....	114
Lampiran 7. Datasheet Modul MT3608 .....	120

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dewasa ini penggunaan sepatu semakin meningkat. Hal ini dibuktikan oleh semakin meningkatnya penjualan sepatu di pasar lokal. Belanja sepatu masyarakat Indonesia pada 2012 mencapai Rp. 115.000 per kapita, meningkat dari tahun sebelumnya yang baru mencapai Rp. 106.000 per kapita dan diproyeksikan untuk terus meningkat sebesar 30% di periode berikutnya (Tim redaksi 01, 2011). Seiring peningkatan dalam penggunaan sepatu juga diikuti peningkatan masalah-masalah yang timbul pada kaki akibat mengenakan sepatu seperti bau kaki dan penyakit akibat bakteri yang tumbuh pada sepatu.

Bau kaki atau dalam medis disebut *bromodosis* merupakan permasalahan yang sering terdengar dan dialami oleh banyak orang. Keadaan kaki yang tertutup serta didukung suhu yang tinggi atau panas dapat menjadi salah satu faktor timbulnya masalah pada kaki, salah satunya adalah bau tidak sedap atau bau kaki (*The Society of Chiropodists & Pediatrists*, 2011). Permasalahan bau kaki tidak hanya terjadi di negara Indonesia saja, namun di negara lain pun sering mengalami masalah bau pada kaki dan sepatu. Kondisi kaki yang bau bisa membuat seseorang merasa malu dan khawatir, apabila bau yang tidak sedap tersebut akan tercium orang lain. Apalagi saat terpaksa melepas sepatunya di depan orang banyak.

Salah satu faktor penyebab bau pada kaki karena keadaan lembab pada sepatu. Keadaan lembab pada sepatu dipengaruhi oleh jumlah keringat yang keluar dari kaki. Dimana secara normal kaki manusia mampu memproduksi keringat hingga 568 ml per harinya. Pengeluaran keringat dalam jumlah yang lebih banyak tersebut juga dapat meningkatkan kelembaban, tentu saja akan berdampak pada mekanisme penguapan keringat (Ladock, 2012). Sebenarnya keringat sendiri tidak menimbulkan bau, keringat manusia dapat beraroma busuk karena bercampur dengan bakteri. Kobayashi (1990) melaporkan bahwa kebanyakan bakteri *cocci* pada kaki adalah *Staphylococcus epidermidis*. *Staphylococcus epidermidis* inilah yang mengubah leusin pada keringat menjadi asam isovalerat. Asam isovalerat inilah yang menyebabkan bau pada kaki. Proses ini juga terjadi pada tangan manusia, perbedaannya pada tangan tidak menimbulkan bau karena keadaan tangan yang terbuka maka keringat mudah menguap. Sedangkan pada kaki karena terhalang oleh sepatu yang terbuat dari material setesis dan sol karet maka sirkulasi udara tidak bisa mengalir dan kakipun tidak bisa bernafas, sehingga keringat sulit untuk menguap dan menjadi bau.

Selain bau kaki, penyakit kulit yang disebabkan oleh jamur pada kaki merupakan masalah yang sering timbul pula. Penyakit ini sering disebut dengan dermatofitosis. Infeksi penyakit dermatofitosis yang sering menyerang pada kaki manusia adalah *Tinea pedis*. *Tinea pedis* adalah salah satu infeksi kulit pada sela jari kaki dan telapak kaki yang disebabkan oleh *Trichophyton Rubrum* (Viegas *et al*, 2013; Wolff dan Johnson, 2012). Faktor penyebab *tinea pedis* karena terpapar

jamur, selain itu karena kaki yang lembab yang disebabkan keringat dan kulit kaki yang pecah. Penderita penyakit tinea pedis di dunia cukup tinggi mencapai 10%. Di Indonesia mencapai hasil relatif 16% berdasarkan data statistik dari beberapa rumah sakit pendidikan di Indonesia seperti RS. Dr. Soetomo, RSCM, RS. Dr. Hasan Sadikin, RS. Dr. Sardjito (Adiguna, 2004). Banyaknya kasus *Tinea pedis* disebabkan oleh kebiasaan pemakaian sepatu tertutup dalam kesehariannya.

Menjaga kelembaban pada kaki dan sepatu memegang peran utama untuk terhindar dari masalah – masalah diatas. Tetapi sampai saat ini belum ada alat untuk menjaga kelembaban dan suhu pada sepatu yang mudah dibawa kemana - mana, para pengguna sepatu masih menggunakan cara konvensional dengan cara melepas sepatu diwaktu luang untuk menjaga kelembaban kaki mereka. Untuk saat ini alat untuk mengatur kelembaban dan suhu sepatu bentuknya seperti lemari sepatu. Alat ini mempunyai dimensi yang besar, dan membutuhkan sumber dari listrik 220V AC sehingga sulit untuk dipindahkan dan tidak mungkin untuk dibawa kemana-mana. Sehingga tidak sesuai apabila untuk menjaga kelembaban sepatu khususnya bagian dalamnya ketika beraktifitas atau bepergian.

Dari pemaparan masalah-masalah diatas, saya menawarkan solusi bagi para pengguna sepatu untuk mempermudah menjaga suhu dan kelembaban sepatu yaitu dengan membuat Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano. Alat ini dirancang untuk mudah dibawa kemana-mana karena desainnya menjadi satu dengan sepatu. Alat ini menggunakan sumber tegangan dari baterai sehingga dapat digunakan ketika bepergian dan dapat diisi ulang. Untuk pengendali suhu

dan kelembabannya menggunakan *fan* DC. *Fan* DC akan bekerja ketika suhu atau kelembaban yang dibaca sensor DHT11 melebihi batas normal. Untuk membuat nilai suhu dan kelembaban dapat menggerakkan *fan* DC dibutuhkan Arduino Nano sebagai pengolah data sekaligus pengendali komponen-komponen yang terdapat pada prototipe alat ini. Prototipe alat ini juga dilengkapi indikator suhu dan kelembaban dan indikator tegangan baterai yang berupa led. Indikator tegangan baterai dapat membantu pengguna mengetahui kapan waktu untuk mengisi baterai yang tepat. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu pengguna sepatu dalam mengatur kelembaban dan suhu sepatu mereka supaya terhindar dari berbagai penyakit dan bau pada kaki.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dengan latar belakang diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah diantaranya:

1. Bau kaki dan penyakit kulit pada kaki yang diakibatkan oleh jamur sering dialami oleh kebanyakan pemakai sepatu dalam kesehariannya.
2. Keadaan sepatu yang lembab merupakan penyebab bau dan penyakit pada kaki.
3. Keringat pada kaki dan sirkulasi pada sepatu yang tidak baik merupakan faktor yang menyebabkan sepatu menjadi lembab.
4. Alat untuk mengatur suhu dan kelembaban sepatu yang ada belum bisa dibawa kemana-mana dan membutuhkan sumber listrik dari PLN.
5. Belum adanya alat pengatur suhu dan kelembaban sepatu yang mudah dibawa dengan pengendali Arduino Nano dan DHT11 sebagai sensornya.

6. Belum adanya alat pengendali suhu dan kelembaban dengan *fan DC* yang desainnya menjadi satu dengan sepatu.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan pokok permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka perlu adanya batasan masalah sehingga ruang lingkup masalah menjadi jelas. Pada Proyek akhir ini penulis membatasi masalah untuk membuat alat tersebut antara lain menggunakan baterai sebagai sumber tegangan, sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu, *fan DC* untuk mengatur suhu sekaligus kelembaban pada bagian dalam sepatu, dan menggunakan Arduino Nano sebagai pengolah data dan pengendali komponen-komponen lain,. Alat ini akan mengatur suhu secara otomatis dengan menghidupkan *fan DC* sehingga kelembaban pada sepatu tetap terjaga.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah diatas maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *hardware* Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano?
2. Bagaimana merancang *software* dari Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano?

3. Bagaimana cara kerja dari Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano?

#### **E. Tujuan**

Berdasarkan uraian diatas maka tujuan pembuatan alat ini adalah:

1. Mampu merealisasikan rancangan *hardware* Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano.
2. Dapat merealisasikan perangkat lunak pada Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano.
3. Mengetahui unjuk kerja Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano.

#### **F. Manfaat**

Adapun manfaat dalam pembuatan alat ini yaitu:

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai sarana implementasi ilmu-ilmu yang didapatkan saat menempuh pendidikan baik secara teori maupun praktek.
  - b. Sebagai bekal untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang didapat selama dibangku kuliah ke dalam suatu karya nyata.
  - c. Sebagai bentuk kontribusi terhadap Universitas dan pengabdian berupa alat yang bermanfaat terhadap masyarakat luas.

## 2. Bagi Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika

- a. Sebagai tolak ukur daya serap mahasiswa yang bersangkutan selama menempuh pendidikan dan kemampuan ilmunya secara praktis.
- b. Terciptanya alat yang inovatif dan bermanfaat sebagai sarana pembelajaran yang baru.
- c. Sebagai wujud partisipasi dalam pengembangan dibidang ilmu dan teknologi.

## 3. Bagi Dunia Industri

- a. Terciptanya alat sebagai sarana peningkatan teknologi dan alat pembantu yang dapat dimanfaatkan dengan sebagaimana mestinya.
- b. Sebagai bentuk kontribusi terhadap dunia Industri dalam mewujudkan pengembangan teknologi.

## **G. Keaslian Gagasan**

Proyek akhir dengan judul “Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano”, dari yang penulis ketahui belum pernah dibuat oleh mahasiswa Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Tetapi untuk alat sejenis tentang kontrol suhu dan kelembaban pernah dibuat di Universitas Negeri Yogyakarta seperti “Prototipe Alat Kontrol Suhu dan Kelembaban untuk Fermentasi Tempe Berbasis Mikrokontroler Atmega 16”. Sedangkan konsep rancangan alat ini pernah ditemukan dan dipatenkan oleh orang Jerman yaitu Thomas Flehsig dan Drew Flehsig dan karyanya berjudul “*Shoe With Built in Micro-Fan*”.

Meskipun kemungkinan terdapat kesamaan dengan yang sudah ada, namun penulis meyakini bahwa terdapat perbedaan baik secara teknik maupun konsep pada rancangan alat ini. Adapun beberapa ciri khas pada alat ini adalah:

1. Menggunakan Arduino Nano.
2. Menggunakan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu.
3. Menggunakan 2 buah *fan DC* yang ditempatkan pada sepatu.

## BAB II

### PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

#### A. Prototipe

Prototipe adalah bentuk dasar atau model awal dari suatu sistem atau bagian dari suatu sistem. Setelah dioperasikan, prototipe ditingkatkan terus sesuai dengan kebutuhan pemakai sistem yang juga meningkat (HM ,2003). Sedangkan pengertian prototipe berdasarkan Ilmu Interaksi Manusia dan Komputer. *Prototype* merupakan alat yang digunakan untuk mensimulasikan beberapa atau tidak semua fitur dari sistem yang akan dibuat. Dalam dunia teknologi prototipe sering digunakan untuk sebuah awalan produk baru yang ingin diciptakan. Sebagai bentuk dasar sebuah produk prototipe memiliki ukuran yang sama dengan produk yang ingin dibuat tetapi tidak harus di fabrikasi dengan proses sebenarnya. Dikarenakan dalam pembuatan prototipe ada sebutan *beta* prototipe yang maksudnya prototipe ini ditujukan untuk pengetesan apakah produk bekerja sesuai desain yang diinginkan. Proses pembuatan prototipe ini disebut *prototyping*. Berikut beberapa pendekatan utama dalam model *prototyping*, yaitu:

1. *Throw-away*

Prototipe dibuat dan dites. Pengalaman yang diperoleh dari pembuatan prototipe digunakan untuk membuat produk akhir (*final*), kemudian prototipe tersebut dibuang (tak dipakai).

## 2. *Incremental*

Produk *finalnya* dibuat sebagai komponen-komponen yang terpisah. Desain produk akhirnya secara keseluruhan hanya ada satu tetapi dibagi dalam komponen-komponen lebih kecil yang terpisah (*independent*).

## 3. *Evolutionary*

Pada metode ini, prototipenya tidak dibuang tetapi digunakan untuk iterasi desain berikutnya. Dalam hal ini, sistem atau produk yang sebenarnya dipandang sebagai evolusi dari versi awal yang sangat terbatas menuju produk final atau produk akhir.

Dalam pembuatan prototipe terdapat beberapa masalah yang potensial dalam manajemen pembuatan prototipe. Permasalahan ini tidak boleh diabaikan dalam pembuatannya. Berikut beberapa permasalahan potensial yang sering terjadi dalam manajemen pembuatan prototipe.

### 1. Waktu

Dalam membangun sebuah prototipe memerlukan waktu, sehingga sering kali prototipe dipakai jika waktunya cepat. Hingga muncul istilah *rapid prototyping*.

### 2. Rencana

Rencana merupakan sebuah ide yang digunakan untuk gambaran prototipe yang dibuat. Sebagian manajer proyek tidak memiliki pengalaman untuk menyatukan proses *prototyping* dengan keseluruhan rencana perancangan

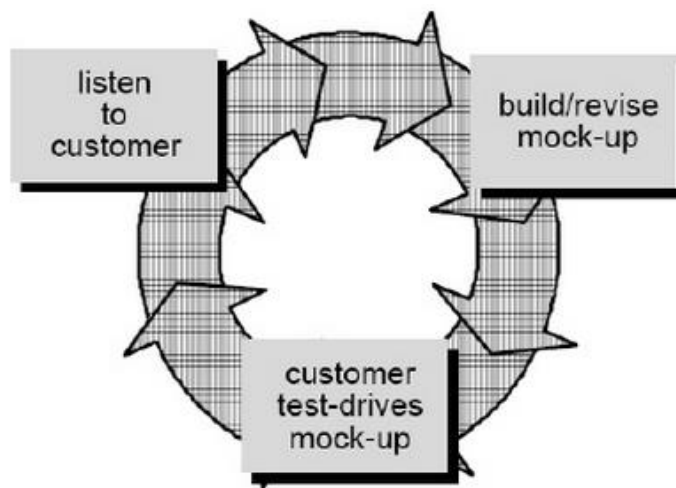
### 3. Fitur *Non Fungsional*

Seringkali fitur sistem yang paling penting merupakan fitur *non-fungsional* seperti *safety* dan *reliability*, tidak disertakan dalam *prototyping*.

#### 4. Kontrak

Proses desain kadang dibatasi oleh kontrak antara *desainer* dengan *customer* yang mempengaruhi aspek teknik dan manajerial.

Beberapa permasalahan diatas tidak boleh diabaikan dalam pembuatan prototipe supaya menghasilkan prototipe yang baik. Dimana dalam pembuatan yang baik terdapat beberapa tahapan. Berikut tahapan dalam proses *prototyping*.



Gambar 1. Tahapan *Prototyping*

([www.scribd.com](http://www.scribd.com))

#### 1. Pengumpulan Kebutuhan

Tahap ini pelanggan dan pengembang bersama-sama mendefinisikan format seluruh perangkat lunak, mengidentifikasi semua kebutuhan produk yang akan dibuat, dan garis besar sistem yang akan dibuat.

#### 2. Membuat *Prototyping*

Dalam membangun *prototyping* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian kepada pelanggan. Perancangan sementara digunakan untuk membuat awalan dalam membangun prototipe.

### 3. Evaluasi *Protootyping*

Proses evaluasi dilakukan supaya dapat mengetahui prototipe sudah bekerja dengan baik atau belum. Dan apakah prototipe sudah sesuai dengan kebutuhan atau belum. Apabila sudah sesuai maka langkah selanjutnya dapat dilakukan.

### 4. Mengkodekan Sistem.

Dalam tahap ini apabila evaluasi *prototyping* sudah sesuai dengan kebutuhan maka, dilanjutkan dengan membuat program untuk di aplikasikan kedalam produk.

### 5. Menguji Sistem

Setelah pembuatan perangkat lunak selesai, maka harus diuji terlebih dahulu. Pengujian ini dilakukan dengan *White Box*, *Black Box*, *Basis Path*, pengujian arsitektur dan lain-lain

### 6. Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem diperlukan apakah pengguna sudah cocok dengan system yang telah dibuat. Jika sudah maka bisa dilanjutkan ke tahap terakhir.

### 7. Menggunakan Sistem

Merupakan tahapan terakhir dalam proses *prototyping* yang mana apabila sistem perangkat lunak sudah diterima tanpa ada evaluasi maka sistem perangkat lunak siap digunakan.

Dalam pembuatan prototipe alat ini menggunakan model pendekatan *Throw-away*. Dimana prototipe ini dibuat dari pengalaman beberapa orang yang sering mengalami masalah bau kaki dan pengamatan pada mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Setelah melakukan pengamatan prototipe ini dirancang sesuai dengan kebutuhan pada proses pengamatan dan dibuat dengan mengacu pada desain rancangan. Setelah dibuat prototipe ini diuji bagaimana kinerjanya.

## **B. Sepatu**

Sepatu merupakan alas kaki (*footware*) yang sering dikenakan oleh kebanyakan orang di berbagai negara. Biasanya sepatu dipakai untuk olahraga, sekolah, bekerja dan kegiatan sehari-hari. Alas kaki ini banyak dipilih karena dapat melindungi kaki dari resiko cedera baik dari luar maupun cedera yang timbul karena kesalahan diri sendiri. Selain itu sepatu juga digemari karena desain yang menarik dan bervariasi, sehingga kebanyakan orang khususnya remaja menggunakannya untuk mengikuti *trend fashion* dan sebagai *lifestyle*. Pengelompokan sepatu biasanya dilakukan berdasarkan fungsi atau tipenya, seperti sepatu resmi(pesta), sepatu santai(*casual*), sepatu dansa, sepatu olahraga, sepatu kerja, sepatu *ortopedik* dan sepatu minimalis.



Gambar 2. Sepatu Berbahan Kanvas

([www.c-tug.net](http://www.c-tug.net))

Sepatu berbahan kanvas lebih cenderung banyak penggemarnya, dari kalangan anak-anak sampai dewasa, dikarenakan sepatu jenis ini paling banyak modelnya dan harganya pun relatif bervariasi dari yang paling murah sampai paling mahal. Selain itu jenis sepatu dari kanvas sangat nyaman dipakai mulai dari sekolah, olahraga, berkerja, dan kegiatan sehari-hari, sehingga banyak produsen-produsen ternama berlomba-lomba mengeluarkan sepatu jenis kanvas dengan model dan tipe yang beragam.

Perkembangan sepatu jenis kanvas sendiri sangat pesat sekarang ini, pertumbuhan yang sangat pesat ini perlu diimbangi dengan mutu sepatu tersebut. Mutu sepatu kanvas ditentukan oleh beberapa faktor antara lain mutu bahan, mutu pengerjaan, kenampakan serta keenakan pakai dari sepatu tersebut. Faktor penentu mutu tersebut yang penting meliputi *bursting strength*, *separating test*, *tensile strength*, *elongation at break* *colour fastness*, *breaking strength*, *tear strength* untuk bagian atas dan *thickness*, *tensile strength*, *elongation*, *hardness*, *abrasion*, *flexing resistance*, *specific gravity* untuk bagian bawah (Bandi, Adi

Slamet Supriyadi, Hastunggoro Wijaya Wardani, Vol. VII, 50, 1991-1992). *Canvas boots and shoes* guna menjamin mutu penggunaan sepatu, maka retak lentur ditetapkan tidak boleh retak, bila dilakukan uji retak lentur 150 kcs, mengingat hal itu merupakan bagian yang sering mengalami *stress* pada pemakaian (JIS S 5002, 1986).

### **C. Suhu dan Kelembaban yang Nyaman**

Suhu merupakan istilah yang dipakai untuk membedakan panas-dinginnya suatu benda dalam suatu ukuran tingkat derajat panas yang dinyatakan dalam satuan derajat suhu. Untuk mengetahui derajat panas-dingin suatu benda, maka benda dapat diukur dengan alat yang disebut termometer.

Dalam kesehariannya suhu sangat berpengaruh terhadap kenyamanan suatu ruangan bagi manusia. Apabila suhu dalam lingkungan sekitar itu tinggi atau rendah maka akan mengakibatkan ketidaknyamanan lingkungan tersebut bagi manusia. Hal inilah yang disebut dengan kenyamanan *thermal*.

Basaria Talarosa dalam abstraksi yang dimuat dalam Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 6, No. 3 Juli 2005, yang berjudul “Menciptakan kenyamanan *thermal* dalam bangunan”, menulis :

Secara geografis Indonesia berada dalam garis khatulistiwa atau tropis, namun secara *thermis* (suhu) tidak semua wilayah Indonesia merupakan daerah tropis. Daerah tropis menurut pengukuran suhu adalah daerah tropis dengan suhu rata-rata 20°C, sedangkan rata-rata suhu di wilayah Indonesia umumnya dapat mencapai 35°C dengan tingkat kelembaban yang tinggi, dapat mencapai 85%

(iklim tropis panas lembab). Keadaan ini terjadi antara lain akibat posisi Indonesia yang berada pada pertemuan dua iklim ekstrim (akibat posisi antara 2 benua dan 2 samudra), perbandingan luas daratan dan lautannya, dan lain-lain. Kondisi ini kurang menguntungkan bagi manusia dalam melakukan aktifitasnya sebab produktifitas kerja manusia cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau terlalu panas. Suhu nyaman *thermal* untuk orang Indonesia berada pada rentang suhu 22,8°C - 25,8°C dengan kelembaban 70%.

Selain suhu, kelembaban juga merupakan hal penting dalam menciptakan udara yang nyaman bagi manusia. Kelembaban udara (*relative humidity*) sendiri merupakan satuan untuk menyatakan jumlah kandungan uap air pada udara. Semakin banyak uap air yang dikandung dalam udara, maka semakin lembab udara tersebut. Kelembaban udara dinyatakan dalam (%) dan rentang kelembaban udara yang nyaman bagi manusia di suatu ruangan berkisar antara 40 – 60%. Menurut KepMen nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 kelembaban udara yang nyaman dalam ruangan di Indonesia yaitu 40 – 60%. Apabila kelembaban udara melebihi batas maka akan menimbulkan suasana ruangan yang kurang menyenangkan bagi manusia, dan jika kelembaban pada tingkat yang tinggi maka bisa memunculkan berbagai macam penyakit akibat bakteri dan jamur. Bakteri dan jamur akan cepat berkembangbiak dan hidup dalam udara yang mempunyai kelembaban yang tinggi. Sehingga sangat penting dalam menjaga kelembaban udara dalam rentang yang telah ditetapkan agar terhindar dari berbagai macam penyakit.

Apabila kondisi suhu dan kelembaban telah memenuhi standar dapat dipastikan akan terciptanya kondisi yang nyaman bagi manusia. Dalam kasus ini apabila bagian dalam sepatu dapat memenuhi udara yang nyaman, maka dimungkinkan akan meningkatkan produktivitas manusia, dan mengurangi pertumbuhan jamur dan bakteri dalam sepatu. Dikarenakan apabila kelembaban pada sepatu sangat tinggi melebihi 90% maka bisa menimbulkan berbagai penyakit pada kaki. Menurut Hanna Danudirgo, Penyakit kulit tersering pada kaki yang dipicu kelembaban yang tinggi adalah *tinea pedis* (jamur kaki). Penyakit ini disebabkan jamur *Trichophyton Rubrum* yang berkembang biak optimal pada kelembaban 95-98%. Sehingga perlunya menjaga suhu dan kelembaban di dalam sepatu tetap pada tingkat yang diijinkan supaya menjaga suhu tubuh dan kelembaban kulit seseorang dari serangan berbagai penyakit. Dimana suhu tubuh manusia berkisar antara 36 – 37 °C.

#### **D. Arduino**

Arduino merupakan sebuah perusahaan manufaktur kit mikrokontroler yang siap pakai. Untuk memprogram kit mikrokontroler dapat menggunakan perangkat lunak arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang sudah disediakan oleh perusahaan arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan pada arduino IDE yaitu Bahasa C/C++. Dimana dalam arduino IDE Bahasa C yang digunakan sudah disederhanakan sehingga mudah dalam penggunaannya. Perusahaan arduino memproduksi kit mikrokontroler ini berbagai macam jenis, diantaranya ada arduino UNO, arduino promini, arduino nano, dan lain-lain.

## 1. Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan *jack power* DC dan penggunaan konektor *Mini-B* USB. Disebut sebagai papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika memulai merakit ATmega328 dari awal di *breadboard*.



Gambar 3. Arduino Nano

([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

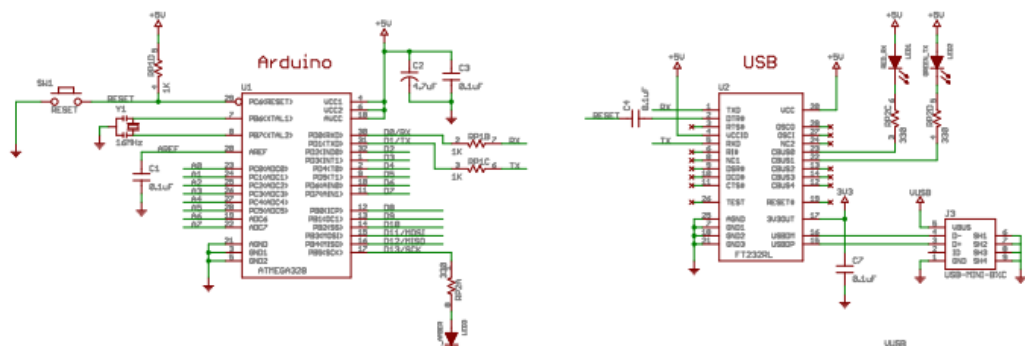
### a. Spesifikasi

Adapun spesifikasi yang dimiliki oleh Arduino Nano yaitu:

<i>Chip</i> mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (yang direkomendasikan)	7V - 12V
Digital <i>Input</i>	14 buah

Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	40 mA
Memori <i>Flash</i>	32 KB, 0.5 KB telah digunakan
	untuk <i>bootloader</i> SRAM 2 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB
<i>Clock speed</i>	16 Mhz
Dimensi	45 mm x 18 mm
Berat	5 g

b. Skematik Arduino Nano



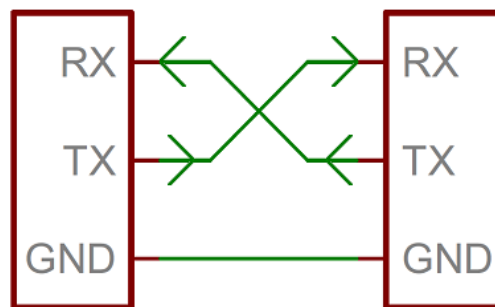
Gambar 4. Skematik Arduino Nano

([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

c. Komunikasi Serial Arduino Nano

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi ini mempunyai suatu kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel, atau dengan kata lain komunikasi serial merupakan salah

satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu. Pada dasarnya komunikasi serial adalah kasus khusus komunikasi paralel dengan nilai  $n = 1$ , atau dengan kata lain adalah suatu bentuk komunikasi paralel dengan jumlah kabel hanya satu dan hanya mengirimkan satu bit data secara simultan. Hal ini dapat disandingkan dengan komunikasi paralel yang sesungguhnya di mana  $n$ -bit data dikirimkan bersamaan, dengan nilai umumnya  $8 \leq n \leq 128$ .



Gambar 5. Komunikasi Serial Arduino

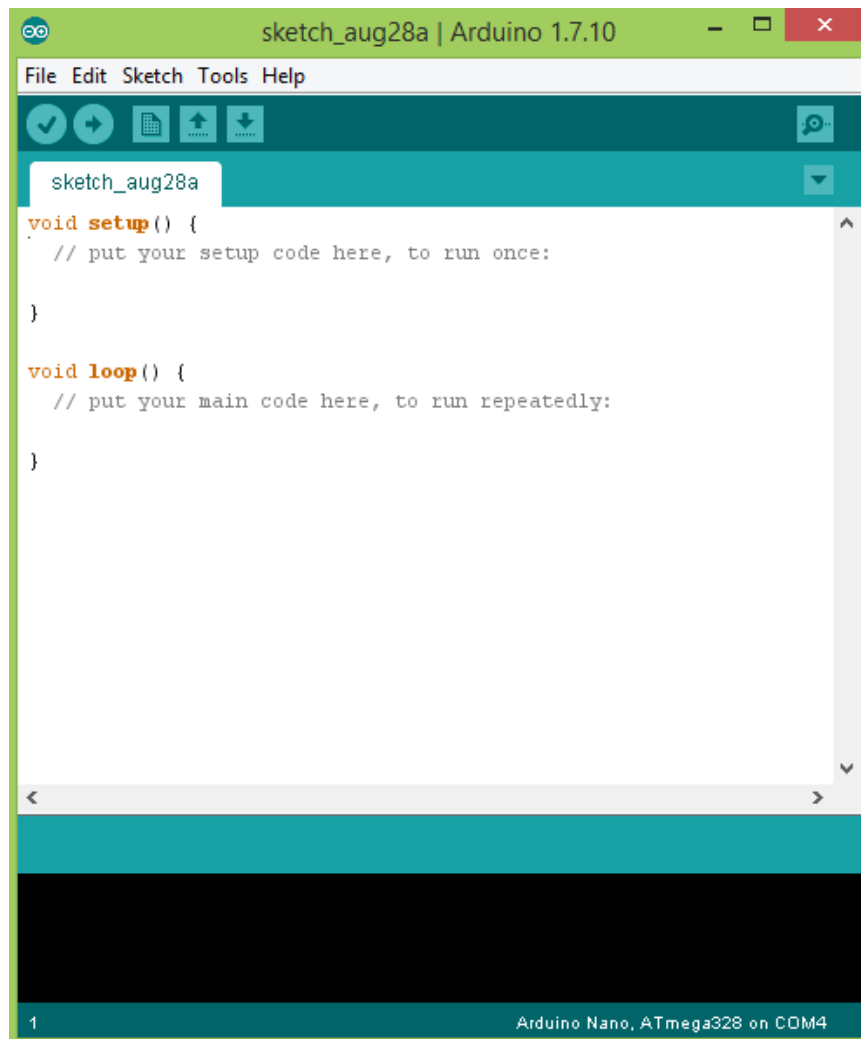
([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

## 2. *Software* Arduino IDE

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah program dibuat untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan penyederhanaan untuk memudahkan seorang pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader*

yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari *software processing* yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan arduino. Dibawah ini tampilan perangkat lunak arduino ketika dibuka pertama kali.



Gambar 6. Tampilan Awal Arduino

Pada gambar diatas terdapat beberapa menubar, menu tombol dan semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error*, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Software Arduino IDE*, menunjukan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan. Berikut penjelasan menu dan tombol-tombol pada perangkat lunak arduino.

a. *Verify*



Berfungsi untuk mengecek program yang dibuat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum. Apabila sudah sesuai maka dalam *message box* akan bertuliskan *compile complied*. Dan jika belum sesuai maka bertuliskan *error*.

b. *Upload*



Tombol ini berfungsi untuk melakukan kompilasi program serta mengupload program ke *board* arduino.

c. *New*



Tombol ini berfungsi untuk membuat *sketch* baru pada *software* arduino.

d. *Open*



Berfungsi untuk membuka kembali *sketch* yang telah dibuat dan disimpan dalam komputer untuk melakukan *editing* atau hanya *upload* program.

e. *Save*



Berfungsi untuk menyimpan *sketch* pada komputer yang telah dibuat di

arduino IDE.

f. *Serial Monitor*



Berfungsi untuk membuka *serial monitor*. *Serial monitor* disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara arduino dengan *sketch* pada port serialnya. Serial Monitor ini sangat berguna sekali ketika kamu ingin membuat program atau melakukan *debugging* tanpa menggunakan LCD pada Arduino. Serial monitor ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan *error*.

g. *Menu File*

Didalam menu file terdapat beberapa perintah yang digunakan untuk mengatur *sketch* berupa menambah, menyimpan, membuka, menutup *sketch* dan lain-lain. Berikut perintah-perintah beserta fungsinya yang terdapat pada menu *file*.

- 1) *New*, berfungsi untuk membuat membuat *sketch* baru.
- 2) *Open*, berfungsi membuka *sketch* yang pernah dibuat di dalam komputer.
- 3) *Open Recent*, berfungsi membuka *sketch* yang baru-baru dibuat.
- 4) *Sketchbook*, berfungsi menunjukan hirarki *sketch* yang dibuat termasuk struktur *foldernya*.
- 5) *Example*, berisi contoh-contoh pemrograman yang disediakan pengembang arduino.
- 6) *Close*, berfungsi menutup jendela Arduino IDE dan menghentikan aplikasi.
- 7) *Save*, berfungsi menyimpan *sketch* yang dibuat ke dalam komputer.

- 8) *Save as*, berfungsi menyimpan *sketch* baru yang sedang dikerjakan yang sebelumnya belum pernah disimpan atau dengan nama yang berbeda.
- 9) *Page Setup*, berfungsi mengatur tampilan *page* pada proses pencetakan.
- 10) *Print*, berfungsi mengirimkan file *sketch* ke mesin cetak untuk dicetak.
- 11) *Preferences*, berfungsi merubah tampilan IDE Arduino.
- 12) *Quit*, berfungsi menutup semua jendela Arduino IDE. *Sketch* yang masih terbuka pada saat tombol *Quit* ditekan, secara otomatis akan terbuka pada saat Arduino IDE dijalankan.

#### h. *Menu Edit*

Beberapa perintah menu dalam menu edit sebagai berikut.

- 1) *Undo/Redo*, berfungsi untuk mengembalikan perubahan yang sudah dilakukan pada *Sketch*.
- 2) *Cut*, untuk meremove teks yang terpilih pada *editor* menempatkannya kembali ke *clipboard*.
- 3) *Copy*, berfungsi menduplikasi teks yang terpilih.
- 4) *Copy for Forum*, berfungsi melakukan *copy* kode dari *editor* dan melakukan *formatting* agar sesuai untuk ditampilkan dalam forum.
- 5) *Copy as HTML*, berfungsi menduplikasi *teks* yang terpilih kedalam *editor* dan menempatkan *teks* tersebut pada *clipboard* dalam bentuk HTML.
- 6) *Paste*, berfungsi menyalin data yang terdapat pada *clipboard* kedalam *editor*.
- 7) *Select All*, untuk melakukan pemilihan program dalam halaman *editor*.

- 8) *Comment/Uncomment*, berfungsi memberikan atau menghilangkan tanda // pada program, dimana tanda tersebut menjadikan suatu baris program sebagai *comment* dan tidak disertakan pada tahap kompilasi.
- 9) *Increase/Decrease Indent*, berfungsi untuk mengurangi atau menambahkan tab pada baris program tertentu.
- 10) *Find*, berfungsi memanggil jendela *window find and replace*, dimana kamu dapat menggunakannya untuk menemukan variabel tertentu dalam program serta menggantikan kata tersebut dengan variabel lain.
- 11) *Find Next*, berfungsi menemukan kata setelahnya dari kata pertama yang berhasil ditemukan.
- 12) *Find Previous*, berfungsi menemukan kata sebelumnya dari kata pertama yang berhasil ditemukan.

i. *Menu Sketch*

Menu sketch terdapat beberapa perintah menu, yaitu sebagai berikut:

- 1) *Verify/Compile*, untuk mengecek apakah *sketch* yang dibuat sudah benar atau belum sesuai dengan bahasa yang ada pada Arduino IDE.
- 2) *Upload*, untuk mengirimkan program dari arduino IDE ke *board* arduino.
- 3) *Using Programmer*, berfungsi untuk menuliskan *bootloader* kedalam IC mikrokontroler arduino. Pada kasus ini kamu membutuhkan perangkat tambahan seperti USBasp untuk menjembatani penulisan program *bootloader* ke IC mikrokontroler.
- 4) *Export Compiled Binary*, berfungsi untuk menyimpan file dengan ekstensi *.hex*.

- 5) *Show Sketch Folder*, berfungsi membuka *folder sketch* yang saat ini dikerjakan.
- 6) *Include Library*, berfungsi menambahkan pustaka kedalam sketch yang dibuat dengan menyertakan sintaks *#include* di awal program. Selain itu kamu juga bisa menambahkan *library eksternal* dari file *.zip* kedalam Arduino IDE.
- 7) *Add File...*, berfungsi untuk menambahkan *file* kedalam *sketch* arduino

j. *Menu Tools*

Beberapa menu perintah yang terdapat dalam *tools*.

- 1) *Auto Format*, berfungsi melakukan pengaturan bentuk program pada jendela *editor*.
- 2) *Archive Sketch*, menyimpan *sketch* kedalam *file .zip*
- 3) *Fix Encoding & Reload*, berfungsi memperbaiki kemungkinan perbedaan antara penulisan karakter *editor* dan karakter sistem operasi yang lain.
- 4) *Serial Monitor*, berfungsi membuka jendela *serial monitor* untuk melihat pengiriman data dari *board* arduino.
- 5) *Board*, berfungsi memilih *board* arduino yang digunakan.
- 6) *Port*, memilih *port* sebagai jalur komunikasi antara *software* dengan *board* arduino.
- 7) *Programmer*, menu ini digunakan ketika melakukan pemrograman *chip* mikrokontroler tanpa menggunakan koneksi *Onboard USB-Serial*.
- 8) *Burn Bootloader*, berfungsi melakukan penduplikatan program *bootloader* ke dalam IC mikrokontroler.

k. *Menu Help*

Menu ini berfungsi untuk membantu para pengguna arduino IDE apabila mengalami masalah dalam melakukan pemograman dengan arduino. Di dalam *help* terdapat contoh-contoh program yang dapat membantu apabila pengguna mengalami kesulitan. Selain itu terdapat link untuk masuk ke arduino forum yang mungkin masalah yang dialami bisa di sampaikan ke forum arduino untuk mendapatkan bantuan ataupun pencerahan.

3. Bahasa Pemograman dengan Arduino IDE

Dalam *software* Arduino IDE bahasa yang digunakan merupakan bahasa C tetapi sudah disederhanakan dengan *library-library* yang terdapat dalam perangkat lunak itu sendiri. *Library* pada dasarnya adalah kumpulan fungsi-fungsi yang bisa melakukan suatu pekerjaan tertentu. Selain itu di dalam arduino IDE juga terdapat tipe-tipe data yang digunakan pada tipe data ANSI C. Berikut tipe-tipe data yang terdapat dalam arduino IDE.

Type	Bits	Range
char	8	-127 to 127
unsigned char	8	0 to 255
signed char	8	-127 to 127
int	16	-32,767 to 32,767
unsigned int	16	0 to 65,535
signed int	16	-32,767 to 32,767
short int	16	-32,767 to 32,767
unsigned short int	16	0 to 65,535
signed short int	16	-32,767 to 32,767
long int	32	-2,147,483,647 to 2,147,483,647
long long int	64	$-(2^{63} - 1)$ to $2^{63} - 1$ (Added by C99)
signed long int	32	-2,147,483,647 to 2,147,483,647
unsigned long int	32	0 to 4,294,967,295
unsigned long long int	64	$2^{64} - 1$ (Added by C99)
float	32	1E-37 to 1E+37 with six digits of precision
double	64	1E-37 to 1E+37 with ten digits of precision
long double	80	1E-37 to 1E+37 with ten digits of precision

Gambar 7. Tipe Data Pada Arduino

([www.sinuarduino.com](http://www.sinuarduino.com))

*Library* pada arduino sudah bisa digunakan untuk mengontrol led mati atau hidup, menggerakkan motor, membaca sensor dan perintah-perintah lainnya. Berikut struktur minimal ketika membuat program di dalam arduino IDE.

```

sketch_aug28a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

Gambar 8. Struktur Minimal Program C Arduino

Pada gambar diatas dapat kita lihat fungsi *void setup()* dan *void loop()*. *Void setup()* digunakan untuk menginisialisasi variable-variabel yang akan digunakan. Sedangkan *void loop()* berfungsi untuk menjalankan program yang sesuai keinginan kita secara terus menerus. Selain fungsi diatas di dalam software arduino juga mengacu pada bahasa C sehingga terdapat beberapa fungsi yang di masukkan ke dalam software, berikut beberapa fungsi perulangan dalam arduino IDE.

a. *While Loop*

```
while (expression) //selama expresi bernilai true lanjutkan
perulangan statment dibawahnya.
{
statement1;
statement2;
....
}
```

b. *Do/While Loop*

```
do //jalankan statement dibawah (minimal 1 kali perulangan) ,
{
statement1;
statement2;
...
}
```

c. *For Loop*

```
for (expr1; expr2; expr3) //laksanakan perulangan sebanyak
expr2 dimulai dari expr1.
{
statement1;
statement2;
...
}
```

d. *Switch/Case*

```

switch (expression)
{
case const1:      // jika expression = const1 eksekusi staement2
dibawahnya
statement1;
statement2;

case  const2:  //  jika  expression  =  const2  eksekusi
statemenibawahnya
statement3;
statement4;
case  constX: //  jika  espression=constX  eksekusi  statemen
dibawahnya
statement5;
statement6;
default:
statement7;      // jika ekspression tdk sama dgn const1,cons2,
dan constX
statement8;
}

```

Selain fungsi, pada arduino IDE juga mengacu operator-operator dan ekspresi pada bahasa C. yang mana operator-operator yang sering digunakan saat pemograman yaitu:

a. Opetor Aritmatika

+            (penjumlahan)  
-            (pengurangan)  
\*            (perkalian)  
/            (pembagian)  
%            (*modulo*)

b. Operator Perbandingan

==           (sama dengan)

- != (tidak sama dengan)
- < (kurang dari)
- > (lebih dari)
- <= (kurang dari sama dengan)
- >= (lebih dari sama dengan)

c. Operator Logika

- && (Logika *AND*)
- || (Logika *OR*)
- ! (Logika *NOT*)

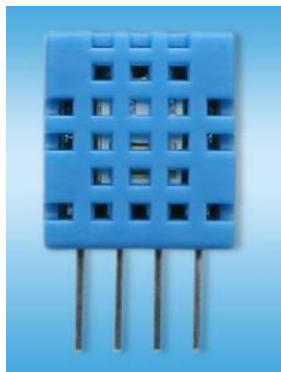
d. Operator Gabungan

- ++ (*increment*)
- (*decrement*)
- += (*compound addition*)
- = (*compound subtraction*)
- \*= (*compound multiplication*)
- /= (*compound division*)
- %= (*compound modulo*)
- &= (*compound bitwise and*)
- |= (*compound bitwise or*)

**E. Sensor DHT11**

DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta

fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka *module* ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. Di dalam sensor DHT11 terdapat sebuah *Thermistor* NTC (*Negative Temperature Koefisien*) untuk mengukur suhu, sebuah sensor kelembaban tipe *resistif* dan sebuah mikrokontroler 8 bit yang mengolah sensor suhu dan kelembaban dan mengirimkan hasilnya ke pin *output* dengan format *single-wire bi-directional*. Walaupun bentuknya yang kecil sensor ini terbilang memiliki respon yang baik dengan transmisi sinyal hingga 20m.



Gambar 9. Sensor DHT11

([www.aosong.com](http://www.aosong.com), Datasheet DHT11)

## 1. Spesifikasi DHT11

### a. Pengukuran Kelembaban Udara

- 1) Mempunyai resolusi pengukuran sebesar 16 bit.
- 2) Keakuratan pada pengukuran kelembaban kurang lebih 1% RH.
- 3) Dapat mengukur kelembaban mulai dari 20% hingga 90%.
- 4) Memiliki ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga 5%RH pada suhu 25°C.

- 5) Memiliki waktu respon dalam pembacaan kelembaban sebesar 1/e (63%) 6 detik.
- b. Pengukuran Temperatur
- 1) Memiliki resolusi pengukuran temperature 16 bit.
  - 2) Memiliki tingkat kepresisian kurang lebih 0.2 °C.
  - 3) Memiliki akurasi pengukuran suhu hingga 2 °C pada suhu 0-50 °C.
  - 4) Waktu respon suhu yang dimiliki sensor ini sekitar 1/e (63%) 10 detik.
- c. Karakteristik elektrik
- 1) Sensor DHT11 mengkonsumsi sumber tegangan DC mulai dari 3,5V hingga 5,5 V.
  - 2) Konsumsi arus yang dibutuhkan sensor ini ketika melakukan pembacaan suhu atau kelembaban yaitu 0,3 mA dan ketika pada posisi *standby* yaitu sebesar 60 uA.
- d. Deskripsi pin sensor DHT11
- 1) Sensor ini memiliki dua macam tipe yaitu sensor dengan 4 pin dan 3 pin dengan setiap pin mempunyai kegunaan masing-masing.



Gambar 10. Pin Pada Sensor DHT11

([www.saptaji.com](http://www.saptaji.com))

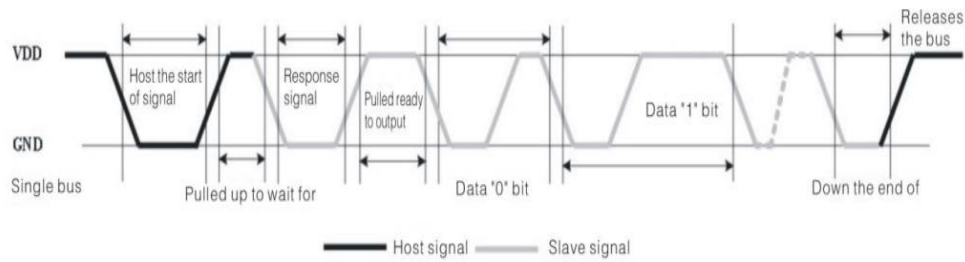
- 2) Pin 1 merupakan VCC + dengan masukan tegangan 3,5 – 5,5 VDC,  
Pin 2 merupakan pin data serial,  
Pin 3 NC (*Not Connection*),  
Pin 4 merupakan pin GND (*Ground*) yang dihubungkan ke sumber negatif.

## 2. Komunikasi Serial Sensor DHT11

Sensor DHT11 menggunakan sistem komunikasi satu arah (*single bus*) yang telah disederhanakan untuk komunikasi dan mensinkronkan antara mikrokontroler dengan sensor dht11. Komunikasi *single bus* yang digunakan hanya terdapat satu jalur data dengan sistem pertukaran data dikontrol oleh satu *bus* untuk menyelesaikan proses komunikasinya. Pada komunikasi sensor dht11 *slave/master* tidak dapat mengirimkan data untuk melepaskan *bus* karena terhubung dengan jalur data melalui *tri-state port*. Apabila suatu perangkat lain menggunakan jalur tersebut maka harus menggunakan sebuah komponen eksternal berupa resistor pull-up 5,1K $\Omega$ .

### a. Proses komunikasi DHT11 Secara Umum

Ketika mikrokontroler memberikan sinyal ke sensor DHT11, maka sensor ini akan berubah dari *low-power mode* ke *high-speed mode* hingga mikrokontroler tadi menyelesaikan pengiriman sinyal awal tersebut. Setelah proses ini selesai maka dht11 akan merimkan sinyal respon berupa sinyal data 40bit berupa informasi kelembaban relatif dan suhu. Setelah itu data akan dikumpulkan dan sensor dht11 akan menunggu sinyal dari mikrokontroler lagi.

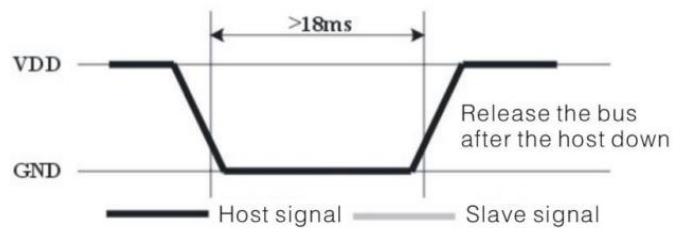


Gambar 11. Diagram Pengiriman Data Sensor DHT11

(www.aosong.com, Datasheet DHT11)

b. Komunikasi Mikrokontroler dengan DHT11

Sebuah pin mikrokontroler di atur sebagai *output* diberi sinyal *high* (1) maka mikrokontroler akan mengatur data tegangan *single bus* dari tingkat tinggi ke rendah dan dalam proses ini akan membutuhkan 18 ms untuk memastikan data dideteksi oleh sensor dht11.

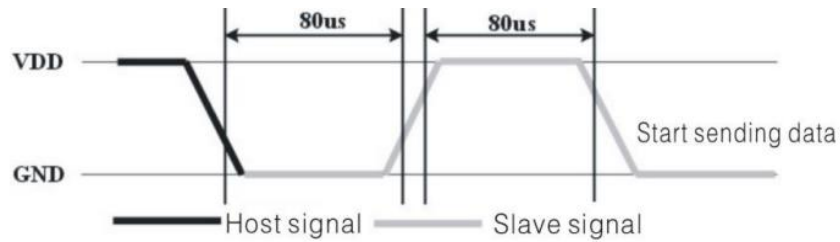


Gambar 12. Sinyal Awal dari Mikrokontroler

(www.aosong.com, Datasheet DHT11)

c. Respon Sensor DHT11 ke Mikrokontroler

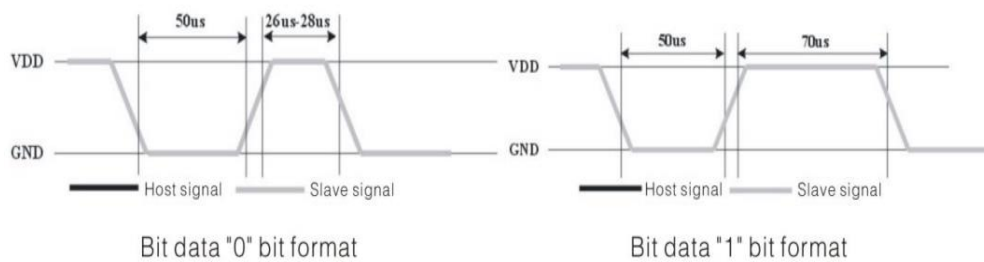
Setelah DHT11 mendeteksi sinyal awal dari mikrokontroler maka akan mengirimkan sinyal respon yang berlangsung selama 80 us. Selanjutnya akan diikuti dengan perangkat yang sedang dalam keadaan aktif *high* yang menandakan siap menerima data.



Gambar 13. Sinyal Respon DHT11

(www.aosong.com, Datasheet DHT11)

Output dari DHT11 berupa 40 bit data dengan setiap bit data dimulai dari *low level* 50us dikirim ke mikrokontroler dan ditandai dengan dengan logika 1 *slave signal* selama 70 ms dan logika 0 jika *slave signal* selama 26 sampai 28 ms.



Gambar 14. Sinyal Bit 1 dan 0

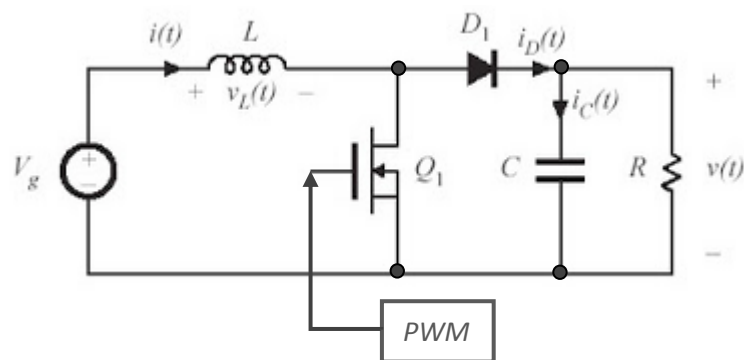
(www.aosong.com, Datasheet DHT11)

## F. Boost Konverter DC to DC

Konverter DC-DC adalah suatu alat yang penyedia daya tegangan searah (dc) yang dihasilkan melalui konversi tegangan dc masukan kebentuk tegangan dc keluaran yang lebih rendah atau tinggi. Pada perkembangannya penerapan dc-dc *converter* telah memungkinkan suatu perangkat elektronika dapat berfungsi dengan sumber energi yang berukuran kecil, dimana tegangan keluarannya dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Hingga saat ini berbagai konfigurasi dc-dc

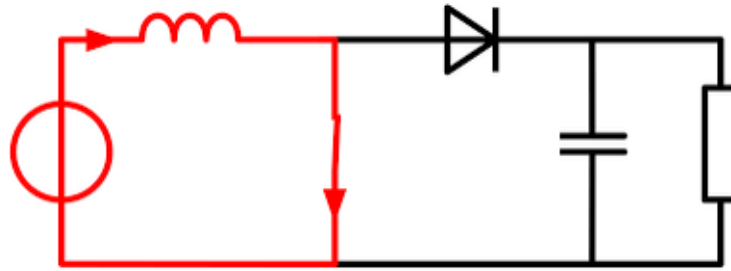
*converter* telah banyak dikembangkan diantaranya adalah jenis dc-dc *converter* yang tidak mempunyai isolasi elektrik (Hidayat, 2010).

*Boost* Konverter dc merupakan jenis konverter yang digunakan untuk mengubah nilai tegangan tertentu menjadi tegangan yang lebih tinggi. Konverter tipe *boost* menggunakan *switching* untuk mengatur *duty cycle* nya yang berupa thyristor, MOSFET dan lain-lain



Gambar 15. Rangkaian *Boost* Konverter DC-DC  
(Fundamentals of Power Electronics)

Pada gambar diatas terdapat beberapa komponen penyusun *boost* konverter yaitu diode, kapasitor, MOSFET, inductor, rangkaian kontrol, serta beban. MOSFET berfungsi untuk mencacah arus sesuai dengan *duty cycle* sehingga keluarannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Rangkaian kontrol berfungsi untuk mengendalikan MOSFET supaya dapat membuka dan menutup aliran arus. Induktor berfungsi untuk menyimpan energi ketika MOSFET *on* dalam bentuk arus dan melepas energi ketika MOSFET *off*. Sedangkan diode difungsikan untuk mengalirkan arus dari inductor ketika MOSFET *off*. Berikut prinsip kerja dari *boost* konverter dc-dc.



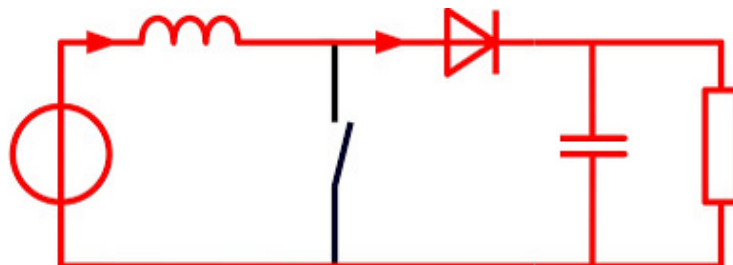
Gambar 16. MOSFET Ketika *ON*

(researchgate.net)

Ketika MOSFET *ON* atau tertutup maka dioda akan *off* dan arus akan mengalir dari sumber menuju ke induktor, saat inilah terjadi pengisian arus pada induktor.

Rumus Ketika Saklar tertutup :

$$V_g = V_L - V_d + V_R$$



Gambar 17. MOSFET *OFF*

(researchgate.net)

Saat MOSFET *OFF* atau saklar terbuka maka dioda akan hidup dan arus yang tersimpan di induktor akan dialirkan dari dioda ke rangkain beban. Berkurangnya arus pada induktor menyebabkan induktor melawan dengan membalik polaritasnya sehingga sisi kiri menjadi lebih negatif. Sehingga arus yang mengalir pada dioda dan rangkain beban adalah penjumlahan arus pada

sumber dan arus pada induktor. Pada saat yang sama kapasitor bekerja dengan menyimpan tegangan sehingga hal inilah yang menyebabkan *boost* konverter memiliki keluaran tegangan yang lebih tinggi.

Rumus MOSFET *OFF* :

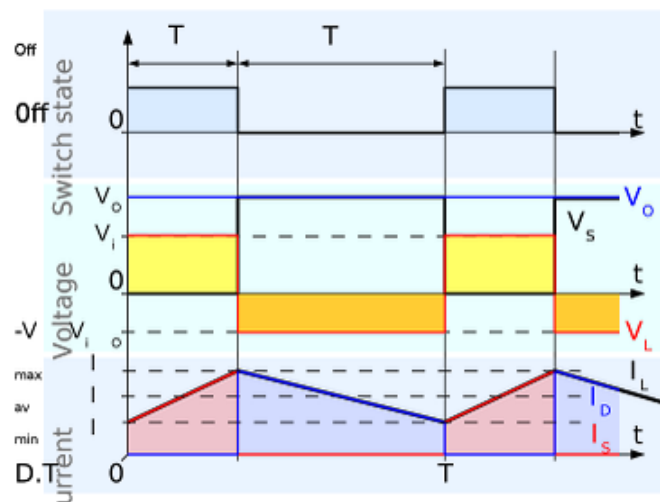
$$V_g = -V_d + V_R = (1-d)V_R$$

$$V_R = V_g / (1-d)$$

Mode dalam *boost* konverter yaitu mode *continuous* dan *discontinuous*.

### 1. *Mode Continuous*

Merupakan mode dimana arus yang dihasilkan oleh lilitan tidak akan habis sampai nol walaupun MOSFET dalam keadaan terbuka.

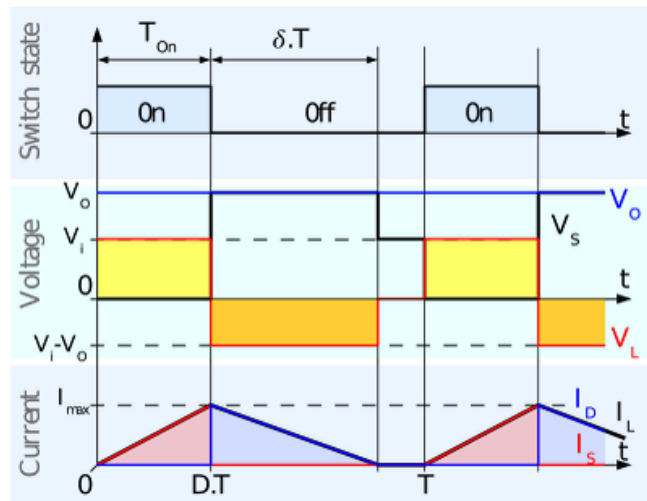


Gambar 18. Gelombang *Continuous Boost* Konverter DC

(researchgate.net)

### 2. *Mode Discontinuous*

Merupakan mode dimana arus yang dihasilkan oleh induktor bisa mencapai nilai nol ketika MOSFET dalam keadaan terbuka.



Gambar 19. Gelombang *Discontinuous Boost* Konverter DC

(researchgate.net)

Adapun jenis *Boost* Konverter DC yang digunakan pada alat ini ialah Modul MT3608. Modul MT3608 merupakan sebuah modul dengan dimensi yang kecil dan digunakan untuk menaikkan tegangan masukan antara 2-24 V menjadi tegangan keluaran bervariasi hingga 28V. Tegangan keluaran dapat diatur dengan memutar trimpot induktor pada modul. Caranya dengan memutar trimpot berlawanan arah jarum jam dengan obeng kecil. Berikut gambar dari modul MT3608.

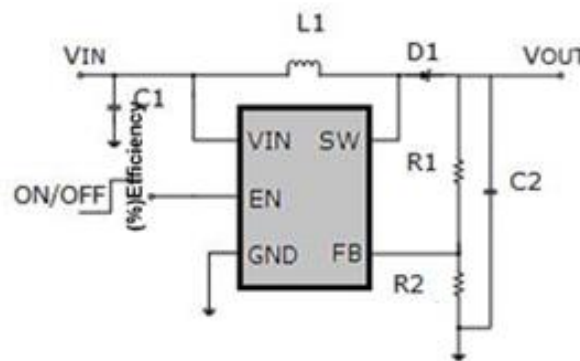


Gambar 20. Modul MT3608

Spesifikasi yang dimiliki modul MT3608 yaitu:

- *High Efficiency* 1,2 MHz

- *Input Voltage 2V to 24V*
- *Output Voltage up to 28V*
- *Output Current up to 2A*
- *Adjustable Output Voltage*
- *Efficiency up to 97%*



Gambar 21. Rangkaian Modul MT3608

(Aerosemi Technology Co.,Ltd)

Dari gambar rangkaian terdapat 5 pin yang digunakan dari 6 pin yang terdapat pada MOSFET MT3608. Berikut deskripsi pin yang terdapat dalam rangkaian diatas.

Tabel 1. Fungsi PIN MOSFET MT3608

Pin	Nama Pin	Fungsi
1	SW	Sebagai <i>switch output</i> , pin ini dapat menukar antara <i>ground</i> dan 28V dengan cara menyambungkan induktor dan keluaran penguat ke SW.
2	GND	Sebagai pin <i>ground</i> .
3	FB	Sebagai feedback input dengan cara menyambungkan resistor ke FB.
4	EN	Mengontrol regulator <i>On/Off</i> . Ketika masukan tinggi pada konverter maka EN akan <i>On</i> , dan ketika masukan rendah En akan <i>Off</i> .
5	VIN	Sebagai input tegangan untuk MOSFET

### G. *Fan DC (Kipas Pedingin)*

Fan DC adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara. Dalam setiap sistem pendingin, yang menggunakan gas sebagai penghantar, kipas angin adalah unit wajib yang menciptakan aliran udara dalam sistem. Sistem ini dapat dilihat dalam kipas angin sederhana yang digunakan di rumah tangga atau kipas pendingin eksternal untuk mesin pembakaran internal. *Fan DC* terdiri dari beberapa bagian yaitu *case*, *vane/blade*, dan penggeraknya. *Vane/blade* berputar untuk menghasilkan aliran udara yang diinginkan. Berbeda dengan fungsi kompresor yang menghasilkan udara bertekanan dengan *flow* rendah, fan menghasilkan udara bertekanan rendah dan *flow* tinggi.



Gambar 22. *Fan DC*

([www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com))

Penggerak utama dari *fan DC* adalah *brushless* motor DC yang merupakan motor arus searah yang membutuhkan tegangan DC untuk beroperasi. *Brushless* DC motor termasuk jenis motor sinkron, yang mana motor sinkron mempunyai medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama. Jenis Motor *brushless* DC tidak

mengalami slip tidak seperti motor induksi biasa yang sering mengalami slip. Motor jenis ini mempunyai magnet permanen pada bagian rotor dan elektromagnet pada bagian stator. Dan dalam penggunaannya hanya dengan menambahkan rangkaian sederhana (*simple computer system*), maka dapat merubah arus di elektromagnet ketika bagian rotornya berputar.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Perancangan Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban Pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano menggunakan metode rancang bangun. Secara urut metode tersebut adalah identifikasi kebutuhan yang diperlukan. Kebutuhan tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan komponen secara spesifik, selanjutnya dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, dilanjutkan dengan pembuatan alat.

#### **A. Identifikasi Kebutuhan**

1. Perlunya suatu pengendali suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu dalam mencegah timbulnya penyakit dan bau pada kaki.
2. Dibutuhkan sensor yang dapat membaca nilai besaran suhu dan kelembaban di dalam sepatu.
3. Dibutuhkan *fan* DC untuk mengatur suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu.
4. Dibutuhkan rangkaian saklar otomatis untuk pengendali *fan* DC.
5. Modul penaik tegangan untuk menaikkan tegangan baterai supaya bisa memenuhi tegangan pada rangkaian pengendali.
6. Kebutuhan baterai sebagai sumber tegangan untuk mendukung kerja sistem tersebut.

7. Dibutuhkan sebuah sepatu dengan desain hak belakang yang lumayan tinggi untuk tempat peletakkan komponen alat.
8. Dibutuhkan rangkaian *indicator* untuk memantau daya baterai dan memantau suhu serta kelembaban ketika alat digunakan.
9. Dibutuhkan rangkaian *charge* baterai untuk mengisi daya baterai.
10. Dibutuhkan tombol untuk menghidupkan dan mematikan alat tersebut.
11. Dibutuhkan *software* untuk membantu dalam penulisan program dengan bahasa pemrograman sesuai dengan yang dibutuhkan.

## **B. Analisis Kebutuhan**

Bedasarkan identifikasi kebutuhan diatas, diperoleh analisis kebutuhan terhadap pembuatan alat sebagai berikut :

1. Menggunakan Arduino Nano sebagai sistem pengendali suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu dengan bantuan *fan DC*. Arduino Nano merupakan arduino berbasis chip Atmega328 dengan 14 pin digital I/O , dan 6 pin input analog. Bentuknya lebih kecil daripada arduino Uno ataupun Arduino Promini. Dan pada Arduino Nano ini menggunakan *mini USB* sebagai konektornya. Dengan spesifikasi dan dimensi mikrokontroler yang dimiliki sudah memungkinkan untuk diterapkan pada alat ini.
2. Menggunakan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban pada bagian dalam sepatu. Sensor ini mempunyai *range* suhu dan kelembaban yang sudah terkalibrasi dalam bentuk output digital, sehingga sangat mudah apabila

diterapkan pada alat ini. Bentuknya yang cukup kecil juga memungkinkan sensor ini ditempatkan pada bagian dalam sepatu.

3. Menggunakan Baterai Li-ion 3,7 V 2500 mAh tipe BL- 4C sebagai sumber tegangan rangkaian. Bentuk baterai tipe BL- 4C yang tipis sangat cocok apabila digunakan pada alat ini. Selain itu dengan kapasitas daya yang cukup besar dapat memenuhi kebutuhan daya pada alat ini.
4. Menggunakan modul penaik tegangan MT3608 untuk menaikkan tegangan baterai, sehingga tegangan yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan tegangan pada rangkaian dan *fan* DC. Tegangan *output* yang dihasilkan mencapai 28V dengan masukan tegangan 2 – 24V dan arus maksimal yang dikeluarkan 2A. Bentuk dari modul ini sangatlah kecil dan mempunyai *range* tegangan keluaran yang bervariasi, sehingga tepat apabila diaplikasikan pada alat ini.
5. Menggunakan *fan* DC untuk mengatur suhu dan kelembaban pada sepatu. *Fan* DC yang digunakan berjumlah dua, *fan* utama untuk mengalirkan udara dari luar ke dalam sepatu dan *fan* kedua untuk mengalirkan udara dari dalam sepatu keluar sepatu. Apabila suhu atau kelembaban tinggi maka *fan* DC akan hidup dan mengalirkan udara dari luar ke dalam dan dari dalam keluar.
6. Membutuhkan rangkaian *charger* baterai untuk menurunkan tegangan sumber, sehingga dapat mengisi baterai dengan tegangan yang sesuai.
7. Membutuhkan rangkaian indikator tegangan untuk memantau daya pada baterai dan juga untuk memantau baterai ketika dalam proses *charging*. Selain

itu indikator juga dibutuhkan untuk memberikan tanda apakah suhu dan kelembaban dalam keadaan normal atau tidak.

8. Menggunakan tombol *push button* untuk menghidupkan dan mematikan alat pada sepatu.
9. Menggunakan software proteus 8.4 untuk membuat dan merancang *layout* komponen.
10. Menggunakan pemrograman bahasa C yang telah disederhanakan sehingga mudah untuk menggunakannya pada *software* Arduino IDE.
11. Menggunakan *software* Arduino IDE untuk menuliskan program dalam bahasa C. Fungsi *software* ini juga untuk *compile* ke bahasa mesin supaya bisa di *upload* ke Arduino Nano.

### C. Alat dan Bahan

1. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan alat ini

Tabel 1. Daftar Peralatan yang Dibutuhkan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Bor Mini	0,8 mm dan 1 mm	1 buah
2	Multimeter	WINNER YX380TR	1 buah
3	Obeng +	-	1 paket
4	Obeng -	-	1 paket
5	Solder	30 W	1 buah
6	Atraktor	-	1 buah
7	Penggaris	50 cm	1 buah
8	Tang cucut	-	1 buah
9	Tang potong	-	1 buah
10	<i>Glue Gun</i>	-	1 buah
11	Thermo-Hygrometer	-	1 buah
12	<i>Cutter</i>	-	1 buah

13	Gunting	-	1 buah
14	Adaptor <i>Desktop</i>	Tampilan LCD	1 buah
15	Korek api	-	1 buah
16	Laptop	Terinstal <i>software</i> Arduino	1 buah

## 2. Bahan yang Dibutuhkan Dalam Pembuatan Alat

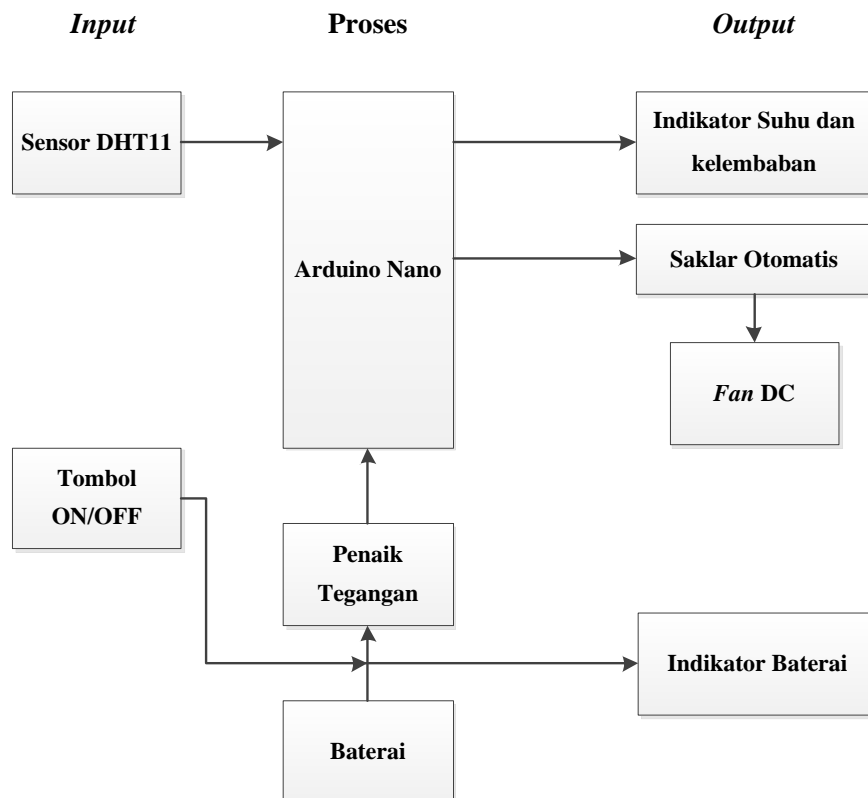
Tabel 2. Daftar Bahan yang Dibutuhkan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Arduino Nano	3.0 Atmega328	2 buah
2	Sensor	DHT11	2 buah
3	<i>Fan</i> DC	5 v DC, 40 x 40 x 10 mm dan 25x25x10 mm	Masing-masing 2 buah
5	Baterai	Li-ion 3,7 V 2500 mAh rechargeable	2 buah
6	Modul Penaik Tegangan	MT3608	2 buah
7	Saklar on/off	-	4 buah
8	Led merah	1,8 V	4 buah
9	Led hijau	2,6 V	2 buah
10	Led Biru	3 v	2 buah
12	Diode	1n4148	2 buah
13	Transistor	BC547	4 buah
14	Resistor	1K $\Omega$	6 buah
15	Resistor	220 $\Omega$	2 buah
16	Tenol	-	Secukupnya
17	Kabel jumper	-	Secukupnya
18	Sepatu	Hak min. 2 cm	1 buah
19	Busa	50 x 50 cm	1 lembar

### D. Blok Diagram Rangkaian

Prototipe alat kontrol suhu untuk mengurangi kelembaban ini dirancang didalam sepatu untuk mengurangi suhu dan kelembaban yang terjadi pada sepatu. Sistem ini akan menghasilkan output berupa gerakan menyedot dan membuang udara oleh *fan* DC yang dikendalikan secara otomatis oleh arduino nano. Ketika

sensor DHT11 membaca suhu dan kelembaban di dalam sepatu yang akan diproses oleh arduino nano kemudian akan di *output*kan ke *fan* DC untuk menciptakan sirkulasi udara di dalam sepatu. Blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 23. Blok Diagram Sistem

### 1. Baterai

Baterai digunakan sebagai ganti sebuah catu daya untuk mensupply rangkaian pada alat ini. Spesifikasi baterai yang digunakan yaitu Li-ion 3,7 V *rechargeable* dengan kapasitas sebesar 2500 mAh. Apabila baterai habis dayanya, maka bisa *discharge* kembali dan alat pun bisa digunakan lagi.

## 2. Penaik Tegangan MT3068

Modul penaik tegangan ini digunakan untuk menaikkan tegangan dari baterai yang sebesar 3,7 V menjadi 8 V untuk mensupply rangkaian. Tujuan dinaikkannya tegangan pada Prototipe alat ini yaitu untuk mencukupi kebutuhan tegangan pada Arduino dan fan DC, dikarenakan pada arduino tegangan *input* untuk membuatnya stabil diatas 7 V dan fan dc membutuhkan *supply* tegangan maksimal 12 V. Tegangan *input* yang dibutuhkan pada modul ini sangat bervariasi mulai dari 2-24 V DC, dengan tegangan keluaran maksimal 28 V DC serta arus keluaran maksimalnya 2A.

## 3. Blok *Input*

Blok input terdiri dari sensor DHT11 dan tombol *On/Off*. Sensor DHT11 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kadar kelembaban relatif pada bagian dalam sepatu. Sensor ini memiliki tingkat akurasi pembacaan suhu dan kelembaban yang terbilang baik. Selain itu data yang dihasilkan oleh sensor DHT11 ini sudah berupa data digital yang sudah otomatis terkalibrasi yang langsung bisa diolah oleh Arduino Nano. Tingkat akurasi pembacaan suhu dan kelembaban yang dihasilkan oleh sensor DHT11 ini terbilang baik. Sementara tombol *On/Off* berupa saklar *push On/Off* berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan alat dengan cara memutus tegangan dari baterai.

## 4. Blok Proses

Pada blok proses ini merupakan bagian utama dari sistem pengontrol suhu dan kelembaban yang berupa modul arduino nano. Arduino nano

merupakan modul yang terdiri dari *chip* ATmega328 yang digunakan untuk memproses data. Selain itu juga merupakan sebuah mikrokontroler yang terdapat pada alat ini, dimana di bagian ini data dari sensor DHT11 diolah untuk hasilnya akan diteruskan untuk mengaktifkan *fan* DC dan juga led indikator suhu dan kelembaban. Beberapa pin I/O pada arduino nano ini digunakan untuk sensor, saklar otomatis dan led indikator. Untuk spesifikasi arduino yang digunakan untuk alat ini adalah Arduino Nano 3.0 16 Mhz.

#### 5. Blok *Output*

Pada blok *output* ini terdiri dari beberapa komponen yang digunakan untuk keluaran hasil blok proses yaitu led indikator suhu dan kelembaban yang berjumlah 2 buah (merah dan biru), saklar otomatis untuk mengaktifkan *fan* DC dan indikator baterai. Led indikator digunakan untuk memberikan tanda apakah suhu dan kelembaban di dalam sepatu normal atau tidak. Apabila suhu atau kelembaban diatas batas normal maka led merah akan menyala, apabila suhu atau kelembaban dibawah batas bawah maka led biru akan menyala, dan jika suhu dan kelembaban dalam batas normal maka dua led akan mati. Saklar otomatis digunakan untuk mensaklar *fan* DC. Ketika saklar otomatis mendapat input dari Arduino maka saklar otomatis akan menghidupkan *fan* DC untuk mengatur suhu dan kelembaban. Indikator baterai terdiri dari dua buah led merah dan hijau, berfungsi untuk memantau daya baterai. Apabila daya baterai dibawah 50% dari daya baterai ketika full maka led merah akan menyala dan led hijau menyala redup, sedangkan apabila diatas 50% maka led hijau yang akan menyala.

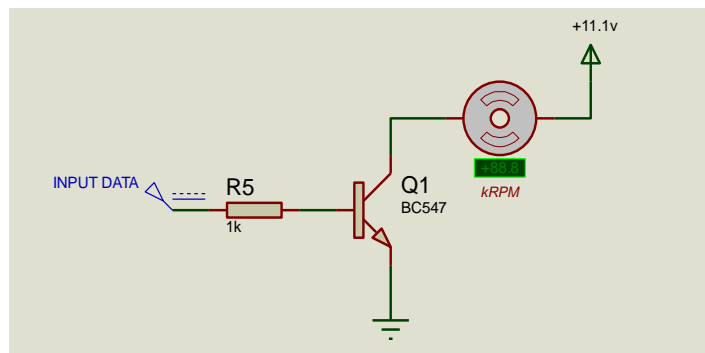
## E. Perancangan Alat

### 1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada prototipe alat pengendali suhu dan kelembaban sesuai dengan blok diagram pada gambar 12 dapat dikelompokkan sebagai berikut:

#### a. Rangkaian Saklar otomatis

Rangkaian saklar otomatis digunakan sebagai saklar *fan DC*. Rangkaian ini terdiri dari transistor BC547 sebagai komponen utama dari rangkaian saklar otomatis ini. Selain itu terdapat 1 buah resistor  $1k\Omega$  sebagai penghambat arus ketika ada lonjakan arus yang menuju basis transistor. Ketika basis ada masukan tegangan maka transistor akan menghubungkan *colector* dan *emitor* sehingga transistor tersebut aktif, dan akan mengaktifkan *fan DC*.

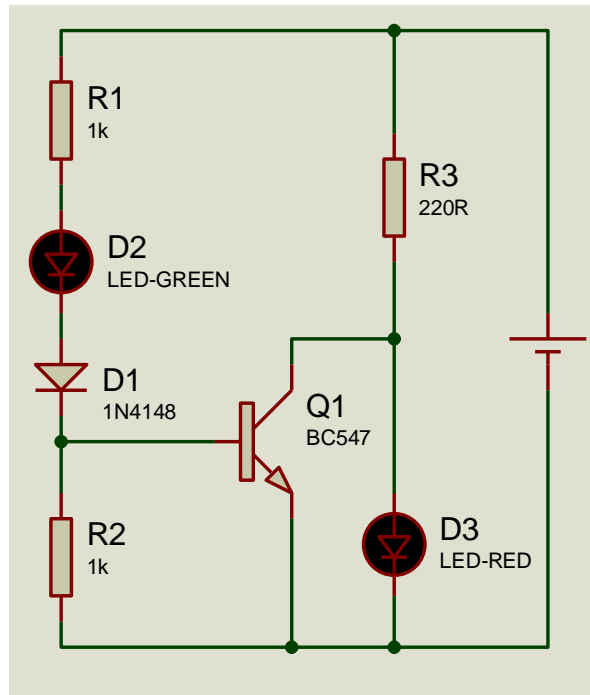


Gambar 24. Rangkaian Saklar otomatis dengan Transistor BC547

#### b. Rangkaian Indikator Baterai

Rangkaian indikator baterai diperlukan untuk memantau daya baterai supaya pengguna alat ini bisa mengetahui kapan waktu untuk mengisi baterai. Rangkaian ini terdiri dari resistor, diode, led, dan transistor BC547 sebagai saklarnya. Rangkaian ini bekerja ketika tegangan baterai berada dibawah 3,6 V

maka tegangan pada basis transistor akan *off* sehingga tegangan langsung menuju led merah dan led merah akan hidup.



Gambar 25. Rangkaian Indikator Baterai

## 2. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam pembuatan alat ini diperlukan bahasa C yang telah terpadu dengan *software* arduino IDE. Sebelum membuat program pertama kali membuat algoritma program, setelah itu membuat *flowchart* program alat ini. Dan tahap terakhir membuat program dengan *software* arduino IDE. Berikut ini tahap perancangan perangkat lunak alat pengendali suhu dan kelembaban.

### a. Algoritma

Step 1) Mulai

Step 2) Mengakses library sensor DHT11

Step 3) Menetapkan pin data

Step 4) Inisialisai pin Input/Output

Step 5) Membaca nilai suhu dan kelembaban

Step 6) Apakah hasil pembacaan suhu lebih dari batas atas atau hasil pembacaan kelembaban lebih dari batas atas,

Step 7) Jika Ya maka led merah *ON*, fan DC juga akan *ON*, sedangkan led biru akan *Off*.

Step 8) Apakah hasil pembacaan suhu kurang dari batas bawah atau hasil pembacaan kelembaban kurang dari batas bawah,

Step 9) Jika Ya maka led merah *Off*, fan DC juga akan *Off*, sedangkan led biru akan *ON*.

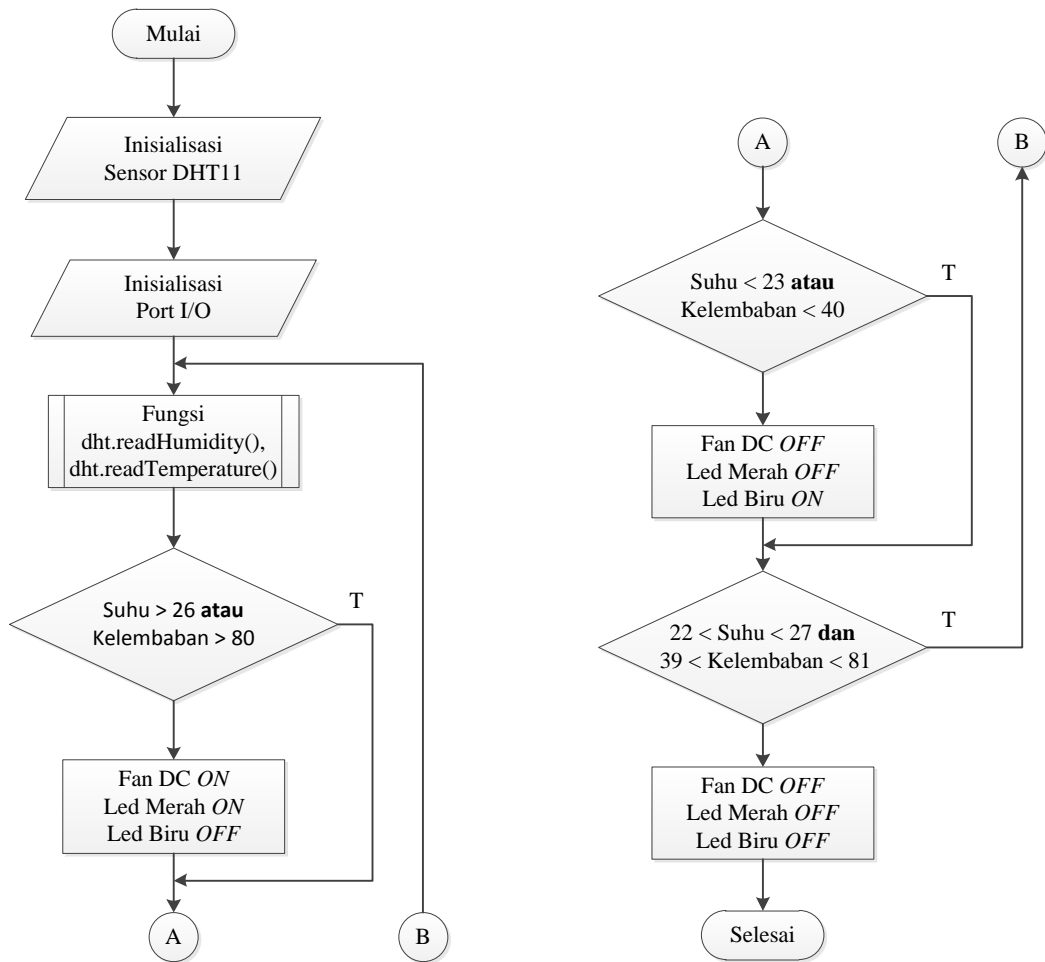
Step 10) Apakah hasil pembacaan suhu termasuk batas normal dan hasil pembacaan kelembaban termasuk batas normal.

Step 11) Jika Ya maka led merah *Off*, fan DC akan *Off*, dan led biru akan *Off juga*.

Step 12) Selesai

b. *Flowchart*

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



Gambar 26. *Flowchart* Program Keseluruhan

c. Desain Program

Pembuatan program Prototipe alat ini menggunakan Bahasa C yang sudah terpadu dengan *software* Arduino IDE. Desain program ini dibuat dengan mengacu pada algoritma dan *flowchart* program sehingga menghasilkan program

yang relevan dengan alur berfikir. Pada desain program terdiri beberapa penggalan program sebagai berikut:

#### 1) Inisialisasi Port

Pada desain program inisialisasi port terdapat dua macam inisialisasi yaitu port data sensor dan port I/O. Port data sensor DHT11 menggunakan digital pin 7 pada arduino, sedangkan port I/O yang digunakan pin digital 3, pin digital 10, dan pin digital 12 yang mana ketiga pin ini diatur sebagai *output*. Berikut penggalan program inisialisasi port.

```
#define DHT11_PIN 7

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
}
```

#### 2) Pembacaan Suhu dan Kelembaban

Pembacaan nilai suhu dan sensor dari DHT11 sangatlah sederhana, dikarenakan sensor ini menghasilkan nilai keluaran yang sudah berupa data digital dan sudah terkalibrasi, sehingga tidak diperlukan sebuah rumus untuk kalibrasi data yang dihasilkan sensor. *Listing* program pembacaan suhu dan kelembaban sebagai berikut:

```
float kelembaban = dht.readHumidity();  
//menyimpan nilai Humidity pada variabel  
kelembaban  
  
float suhu = dht.readTemperature();  
//menyimpan nilai Temperature pada variabel suhu  
  
a = suhu;  
b = kelembaban;  
  
Serial.print("Suhu: ");  
  
Serial.println(a);  
  
Serial.print("Kelembaban: ");
```

### 3) *Output* Led dan *Fan* DC

Untuk membuat *fan* DC dan led indikator dapat hidup pada posisi pin yang digunakan diatur pada kondisi *output* yaitu dengan membuat pin tersebut aktif tinggi.

```
if (DHT.temperature > 26 )  
{  
    digitalWrite(12,HIGH);  
    digitalWrite(3,HIGH);  
    digitalWrite(10,HIGH);  
    delay(1000);
```

## **F. Pembuatan Alat**

Dalam pembuatan prototipe alat pengendali suhu dan kelembaban ini terlebih dahulu harus mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Berikut tahap pembuatan alat tersebut.

1. Menyiapkan komputer atau laptop yang sudah terinstal proteus dan arduino IDE.
2. Membuat jalur rangkaian di proteus dan mencetaknya di pcb.
3. Mengecek jalur yang sudah dicetak di proteus dengan multimeter.
4. Melubangi PCB menggunakan bor pcb atau *minidrill*.
5. Mengecek kondisi komponen apakah baik atau tidak menggunakan multimeter.
6. Memasang dan menyolder komponen.
7. Memasangan kabel-kabel penghubung sesuai dengan skema yang telah dibuat.
8. Melakukan pengujian terhadap rangkaian yang telah dibuat.
9. Membuat program dengan *software* arduino IDE.
10. Meng*compile* program apakah sudah benar atau belum.
11. Meng*upload* program ke arduino nano dengan bantuan penghubung *mini-B* USB.
12. Menguji program serta *hardware*nya apakah sudah berhasil atau belum.
13. Mengemas hardware pada sepatu dengan desain komponen sesuai dengan desain yang telah dibuat.

## **G. Spesifikasi Alat**

Prototipe alat pengedali suhu untuk mengurangi kelembaban pada bagian dalam sepatu berbasis arduino nano ini mempunyai spesifikasi alat sebagai berikut;

1. Tegangan kerja 3,9 V.
2. Arus 860mA
3. Tegangan input 5 V
4. Daya baterai 2500 mAh
5. Daya tahan baterai 4 jam 11 menit dalam keadaan bekerja normal.
6. *Input* : 1 buah sensor DHT11, satu buah tombol *On/off*.
7. *Output* : Led Indikator suhu dan kelembaban, saklar otomatis, *fan* DC, led indikator baterai.

## **H. Pengujian Alat**

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data hasil dari Prototipe alat pengendali suhu untuk mengurangi kelembaban pada bagian dalam sepatu berbasis arduino nano. Dalam pengujian ada dua jenis pengujian yang dilakukan.

1. Uji fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian telah bekerja sesuai dengan fungsi dari bagian-bagian tersebut.

## 2. Uji unjuk kerja

Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal yang perlu diamati ialah elektrikal alat, pembacaan sensor DHT11, dan aktuator *fan DC*, led indikator baterai, led indikator suhu dan kelembaban, daya tahan baterai. Unjuk kerja alat ini dapat diketahui dari hasil pengujian.

### a. Pengujian Elektrikal Alat

Pengujian elektrikal alat dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus rangkaian sepatu kanan dan kiri dengan menggunakan multimeter dan amperemeter. Dalam mengukur tegangan dan arus hanya dilakukan hanya pada titik – titik tertentu saja, yaitu pada tegangan *output* baterai tanpa beban, tegangan *output* modul *step-up*, tegangan *output* dan arus baterai dengan beban seluruh rangkaian dan tegangan operasi pada arduino. Pengukuran pada tiap-tiap titik yang telah ditentukan dilakukan sebanyak lima kali untuk mendapatkan kepresisian pengukuran, lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 hasil pengujian elektrikal rangkaian sepatu kanan dan kiri.

### b. Pengujian Suhu dan Kelembaban

Pengujian suhu dan kelembaban dilakukan dengan cara membandingkan suhu dan kelembaban alat pada sepatu kanan dan kiri melalui *serial monitor* arduino dengan termometer dan hygrometer dalam beberapa kali percobaan. Dari hasil perbandingan ini nantinya dapat diketahui berapakah selisih dan error yang dihasilkan oleh prototipe alat ini. Hasil dari pengujian suhu dan kelembaban dapat dilihat pada bab iv tabel 5 hingga 8.

c. Pengujian *Fan* DC

Pengujian ini dilakukan pada masing-masing sepatu kanan dan kiri dengan cara melihat *fan* DC aktif atau tidak jika suhu dan kelembaban diatas batas normal. Apabila suhu dan kelembaban normal atau dibawah normal maka *fan* DC tidak akan aktif. Untuk hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengujian ini ialah hasil suhu dan kelembaban alat serta *fan* DC itu sendiri. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dan hasil pengujiannya dapat lihat pada tabel 9.

d. Pengujian Indikator Tegangan Baterai

Pada pengujian indikator tegangan baterai dilakukan dengan cara mengukur tegangan baterai dan mengamati tegangan baterai pada tampilan LCD *charger desktop* serta mengamati keadaan led merah dan led hijau apakah hidup atau mati. Pada *charger desktop* yang digunakan terdapat 4 tingkatan persen yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%. Cara kerja indikator tegangan baterai ini yaitu ketika daya baterai diatas 25% maka led hijau akan menyala, led merah mati dan ketika dibawah 50% maka led merah akan menyala dan led hijau masih menyala tetapi redup. Pengujian dilakukan pada sepatu kanan dan kiri sebanyak delapan kali dari keadaan baterai penuh hingga tegangan terendah baterai. Hasil pengujian indikator tegangan baterai dapat dilihat pada tabel 10 dan 11.

e. Pengujian Indikator Suhu dan Kelembaban

Dalam pengujian indikator suhu dan kelembaban terdapat 2 buah led yang akan diuji. Led merah, dan biru. Led merah akan menyala jika suhu dan kelembaban melebihi batas atas. Led biru akan menyala ketika

suhu/kelembaban dibawah batas bawah, dan jika suhu dan kelembaban dalam keadaan normal maka kedua led akan mati. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati keadaan led merah dan biru pada setiap suhu dan kelembaban yang dihasilkan oleh alat, dan pengujian ini dilakukan beberapa kali untuk melihat kepresisian dari program led indikator suhu dan kelembaban ini. Lebih jelasnya dapat dilihat pada hasil pengujian led indikator suhu dan kelembaban pada tabel 12.

f. Pengujian Daya Tahan Baterai

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu baterai dapat digunakan pada alat dari keadaan penuh hingga kosong. Pengujian daya tahan baterai dilakukan pada masing-masing sepatu kanan dan kiri dengan cara menyalakan alat dengan baterai dalam keadaan penuh kemudian ditunggu hingga keadaan daya baterai tersebut menjadi kosong atau alat akan mati dengan sendirinya karena kehilangan sumber tegangan. Dalam pengujian ini terdapat beberapa keadaan rangkaian pada alat yang digunakan untuk menghabiskan daya baterai, yaitu rangkaian posisi *standby*, rangkaian bekerja terus menerus, rangkaian bekerja normal. Dari beberapa keadaan rangkaian tersebut dapat diketahui berapa lama waktu daya baterai berubah dari keadaan penuh hingga kosong. Untuk lebih jelasnya cara pengujian daya tahan baterai dapat dilihat pada tabel 13 dan 14 hasil pengujian daya tahan baterai.

## I. Pengoperasian Alat

Prototipe alat pengendali suhu untuk mengurangi kelembaban pada bagian dalam sepatu berbasis arduino nano ini pada dasarnya dikendalikan secara otomatis oleh batas suhu dan kelembaban yang telah ditentukan. Adapun langkah pengoperasian alat ini sebagai berikut;

1. Menghidupkan saklar *on/off* baterai, dengan cara menekan tombol *powernya*.
2. Sepatu yang sudah terpasang alat ini siap digunakan.
3. Apabila baterai habis maka bisa *dicharge*, untuk melihat kapasitas baterei bisa dilihat pada 2 buah led yang terpasang pada sisi dalam bagian bawah sepatu. *Charger* yang digunakan bisa menggunakan semua *charger handphone* dengan *port micro* USB. Untuk proses pengisian daya baterai diharapkan mematikan alat terlebih dahulu supaya bisa menjaga baterai lebih awet dan supaya tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pengisian daya.

## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada prototipe alat pengendali suhu untuk mengatur kelembaban pada sepatu ini dilakukan untuk mengetahui kinerja fungsi masing-masing komponen dan keseluruhan alat. Pengambilan data pada prototipe alat ini dilakukan dengan pengamatan pada setiap blok rangkain yang akan diuji pada kedua sepatu menggunakan multimeter, charger desktop, dan alat ukur suhu dan kelembaban HTC-01. Hasil pengujian ini diharapkan mampu mendapatkan data yang valid dan mengetahui alat ini sudah bekerja dengan baik atau belum. Pengujian prototipe alat ini dilakukan pada elektrikal alat, sensor suhu dan kelembaban DHT11, *fan* DC, rangkaian indikator tegangan baterai, rangkaian indikator suhu dan kelembaban, dan daya tahan baterai.

#### A. Hasil Pengujian

##### 1. Pengujian Elektrikal Alat

Pengujian elektrikal pada alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tegangan *input*, *output*, dan tegangan kerja rangkaian serta arus pada rangkaian keseluruhan alat ini. Pengambilan data elektrikal dilakukan dengan menggunakan multimeter Winner YX-382TR untuk mengetahui besar dari tegangan ataupun arus yang diukur. Titik titik yang ambil datanya yaitu pada tegangan *output* baterai dengan tanpa beban, tegangan *output* dan arus baterai dengan beban, dan

tegangan *ouput* setelah dinaikkan oleh modul *step up* serta tegangan operasi pada Arduino sehingga alat ini bekerja. Berikut hasil pengujian elektrikal pada alat ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Elektrikal Rangkaian pada Sepatu Kanan

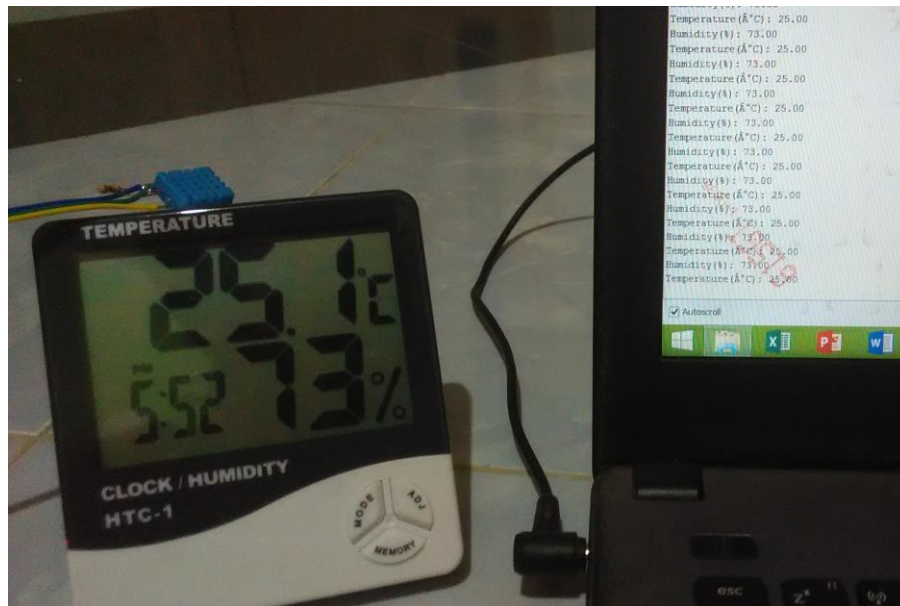
No	Titik Pengukuran	Pengukuran ke-	Hasil Tegangan (V)	Hasil Arus (mA)	Keterangan
1	Tegangan <i>Output</i> Baterai Tanpa Beban	1	4,1	-	Baterai keadaan <i>full</i>
		2	4,1	-	
		3	4,1	-	
		4	3,4	-	Baterai keadaan <i>low</i>
		5	3,4	-	
2	Tegangan Output Modul <i>Step Up</i>	1	8	-	Baterai dari <i>full</i> hingga habis , tegangan <i>ouput</i> modul diatur pada 8V
		2	8	-	
		3	8	-	
		4	3,4	-	
		5	3,4	-	
3	Tegangan <i>Output</i> dan Arus Baterai dengan Beban Seluruh Rangkaian	1	4	860	Baterai <i>full</i> , Mengalami <i>drop</i> tegangan sebesar 0,1 V saat <i>fan</i> bekerja.
		2	4	860	
		3	4	860	
		4	4	860	
		5	4	860	
4	Tegangan Operasi pada Arduino	1	4,9	-	Tegangan <i>input</i> 8V
		2	4,9	-	
		3	4,9	-	

Tabel 4. Hasil Pengujian Elektrikal Rangkaian pada Sepatu Kiri

No	Titik Pengukuran	Pengukuran ke-	Hasil Tegangan (V)	Hasil Arus (mA)	Keterangan
1	Tegangan <i>Output</i> Baterai Tanpa Beban	1	4	-	Baterai keadaan <i>full</i>
		2	4	-	
		3	4	-	
		4	3,4	-	Baterai keadaan <i>low</i>
		5	3,4	-	
2	Tegangan Output Modul <i>Step Up</i>	1	8	-	Baterai dari <i>full</i> hingga habis, tegangan <i>ouput</i> modul diatur pada 8V
		2	8	-	
		3	8	-	
		4	3,4	-	
		5	3,4	-	
3	Tegangan <i>Output</i> dan Arus Baterai dengan Beban Seluruh Rangkaian	1	3,9	860	Baterai <i>full</i> , Mengalami <i>drop</i> tegangan sebesar 0,1 V saat <i>fan</i> bekerja.
		2	3,9	860	
		3	3,9	860	
		4	3,9	860	
		5	3,9	860	
4	Tegangan Operasi pada Arduino	1	4,9	-	Tegangan <i>input</i> 8V dari modul <i>step up</i>
		2	4,9	-	
		3	4,9	-	

## 2. Pengujian Suhu dan Kelembaban

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari prototipe alat ini dengan cara membandingkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban pada DHT11 melalui *serial monitor* pada arduino dengan hasil pengukuran pada termo-hygrometer HTC-01. Proses pengujian ini dilakukan sebelum sensor tersebut dipasang pada sepatu supaya mempermudah membandingkan hasil sensor dengan termo-hygrometer.



Gambar 27. Pengujian Sensor DHT11

Gambar diatas menunjukkan pengambilan data suhu dan kelembaban pada sensor DHT11. Untuk membandingkannya data dari sensor ditampilkan ke dalam serial monitor pada software arduino. Berikut hasil pengujian sensor DHT11 berupa suhu dan kelembaban.

Tabel 5. Hasil Pengujian Suhu pada Sepatu Kanan

No	Suhu pada termometer (°C)	Suhu pada alat (°C)	Selisih	Error (%)
1	22,9	23	0,1	0,4
2	23	23	0	0
3	23,4	23	0,4	1,7
4	25	25	0	0
5	25,2	25	0,2	0,8
6	25,2	25	0,2	0,8
7	25,6	26	0,4	1,6
8	26,4	26	0,4	1,5
<b>Rata-rata error</b>				<b>0,85</b>

Tabel 6. Hasil Pengujian Suhu pada Sepatu Kiri

No	Suhu pada termometer (°C)	Suhu pada alat (°C)	Selisih	Error (%)
1	23	23	0	0
2	23,5	23	0,5	2,1
3	25,3	25	0,3	1,2
4	25,9	26	0,1	0,3
5	26,1	26	0,1	0,4
6	26,5	26	0,5	1,8
7	26,9	27	0,1	0,4
8	25,5	25	0,5	1,9
<b>Rata-rata error</b>				<b>1,02</b>

Tabel 7. Hasil Pengujian Kelembaban pada Sepatu Kanan

No	Kelembaban pada hygrometer (%)	Kelembaban pada alat (%)	Selisih	Error (%)
1	73	73	0	0
2	74	73	1	1,3
3	69	71	2	2,9
4	72	70	2	2,7
5	82	80	2	2,4
6	81	79	2	2,5
7	82	79	3	3,6
8	81	78	3	3,7
<b>Rata-rata error</b>				<b>2,39</b>

Tabel 8. Hasil Pengujian Kelembaban pada Sepatu Kiri

No	Kelembaban pada hygrometer (%)	Kelembaban pada alat (%)	Selisih	Error (%)
1	66	63	3	4,5
2	68	66	2	2,9
3	69	71	2	2,9
4	69	66	3	4,3
5	71	72	1	1,4
6	82	84	2	2,4
7	81	84	3	3,7
8	80	81	1	1,3
<b>Rata-rata error</b>				<b>2,93</b>

### 3. Pengujian *Fan* DC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program untuk menghidupkan *fan* DC dengan bantuan saklar otomatis dapat bekerja dengan baik atau tidak. Cara pengambilan datanya yaitu dengan mengamati nilai suhu dan kelembaban, apabila suhu dan kelembaban melebihi batas atas (suhu > 26 atau kelembaban > 80) maka *fan* DC akan aktif.

Tabel 9. Hasil Pengujian Aktuator *Fan* DC

No	Sepatu Kanan			Sepatu Kiri		
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	<i>Fan</i> DC	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	<i>Fan</i> DC
1	25	72	Mati	26	76	Mati
2	27	72	Hidup	26	80	Mati
3	25	76	Mati	26	79	Mati
4	26	82	Hidup	27	82	Hidup
5	27	79	Hidup	27	82	Hidup
6	27	81	Hidup	25	81	Hidup

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa actuator fan DC dapat bekerja sesuai dengan perintah program, yaitu *fan* akan hidup apabila suhu  $> 26$  atau kelembaban  $> 80$ . Selain itu maka *fan* DC akan mati.

#### 4. Pengujian Indikator Tegangan Baterai

Pada proses pengujian ini alat yang diperlukan untuk mengambil data yaitu multimeter dan *charger desktop universal* dengan LCD. Caranya baterai diisi sampe penuh dayanya kemudian dihubungkan dengan rangkaian indikator baterai serta di hubungkan ke *charger desktop universal* untuk memantau persen baterai.



Gambar 28. *Charger Desktop* Untuk Mengetahui Persen Baterai

Untuk mengurangi tiap volt baterai baterai diberi beban berupa lampu atau *fan* DC. Pada inidkator ini apabila keadaan daya baterai masih diatas 25% maka

led hijau akan menyala sedangkan merah mati. Jika daya baterai dibawah 50% maka led merah akan menyala tetapi led hijau menyala redup. Berikut hasil pengujian led indikator tegangan baterai.

Tabel 10. Hasil Pengujian Indikator Tegangan Baterai Pada Sepatu Kanan

No	Tegangan Baterai (Volt)	Led Merah	Led Hijau	Indikator dalam persen (%)
1	4,1	Mati	Hidup	100
2	4	Mati	Hidup	100
3	3,9	Mati	Hidup	75
4	3,8	Mati	Hidup	75
5	3,7	Mati	Hidup	50
6	3,6	Mati	Hidup	50
7	3,5	Hidup	Hidup	25
8	3,4	Hidup	Hidup	25

Tabel 11. Hasil Pengujian Indikator Tegangan Baterai Pada Sepatu Kiri

No	Tegangan Baterai (Volt)	Led Merah	Led Hijau	Indikator dalam persen (%)
1	4	Mati	Hidup	100
2	3,9	Mati	Hidup	75
3	3,8	Mati	Hidup	75
4	3,7	Mati	Hidup	50
5	3,6	Mati	Hidup	50
6	3,5	Mati	Hidup	25
7	3,4	Hidup	Hidup	25

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel diatas, diketahui bahwa pada baterai Li-Ion yang digunakan mempunyai range tegangan dari 3,4 – 4 V. Apabila tegangan dibawah 3,4 V maka baterai akan dalam kondisi kosong.

## 5. Pengujian Indikator Suhu dan Kelembaban

Indikator suhu dan kelembaban dibuat untuk mengetahui suhu dan kelembaban dalam keadaan normal atau melebihi batas atas. Pengujian ini dilakukan untuk mengecek apakah led indikator dapat aktif sesuai dengan algoritma yang telah dibuat. Led merah menandakan suhu atau kelembaban diatas batar atas, dan led biru menandakan suhu dan kelembaban dibawah batas normal. Dalam pengujian kali ini untuk mendapatkan suhu dibawah batas bawah sepatu di masukkan kedalam kulkas, dan untuk mendapatkan batas atas sensor di genggam dengan tangan hingga suhu diatas normal. Dibawah ini tabel hasil pengujian led indikator pada alat ini.

Tabel 12. Hasil Pengujian Indikator Suhu dan Kelembaban pada Alat

No	Sepatu Kanan				Sepatu Kiri			
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Led Merah	Led Biru	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Led Merah	Led Biru
1	22	60	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	26	78	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
2	25	70	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	26	80	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
3	25	81	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	27	78	<i>ON</i>	<i>OFF</i>
4	24	74	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	25	75	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
5	27	79	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	24	72	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
6	27	82	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	24	74	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>
7	26	78	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	22	71	<i>OFF</i>	<i>ON</i>

Dibawah ini gambar proses pengujian led indikator suhu dan kelembaban ketika suhu dibawah 23°C.



Gambar 29. Led Indikator Biru Menyala Ketika Suhu Dibawah 23°C.

#### 6. Pengujian Daya Tahan Baterai

Daya tahan baterai perlu di uji dikarenakan untuk mengetahui berapa lama alat ini dapat digunakan. Sehingga dapat diperkirakan kapan waktu pengguna melakukan pengisian baterai. Pada pengujian kali ini daya tahan baterai dilakukan dengan menghidupkan alat selama berjam jam dengan beban seluruh rangkaian yang terdapat pada alat ini hingga baterai habis. Keadaan baterai untuk pengujian ini selalu dalam keadaan *full*. Tabel dibawah ini menunjukkan hasil dari pengujian daya tahan baterai

Tabel 13. Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai pada Sepatu Kanan

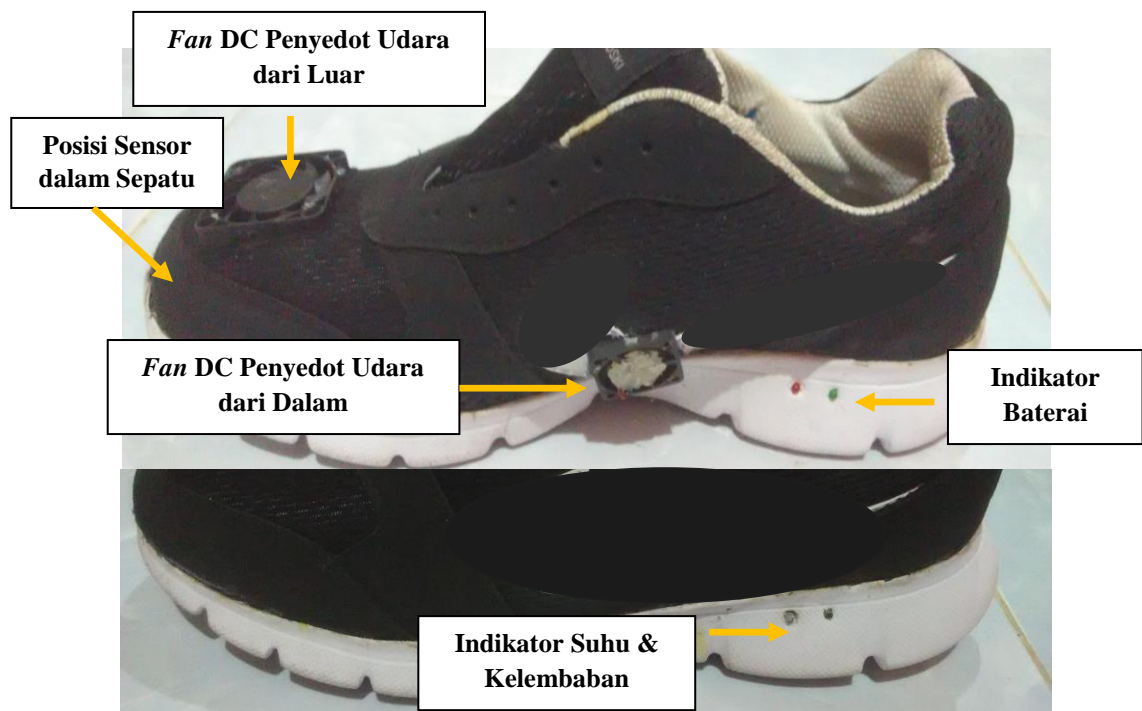
No	Keadaan rangkaian	Pecobaan ke-	Lama Waktu (Menit)	Keterangan
1	Rangkaian <i>Standby</i>	1	475	Sensor melakukan pengukuran, <i>fan</i> tidak hidup
		2	473	
		3	477	
		4	474	
		5	474	
2	Rangkaian Bekerja Terus Menerus	1	205	Sensor dan fan bekerja terus menerus.
		2	205	
		3	207	
		4	204	
		5	206	
3	Rangkaian bekerja Normal	1	250	Sensor bekerja, <i>fan</i> bekerja jika suhu/kelembaban diatas batas atas
		2	251	
		3	251	
		4	252	
		5	251	

Tabel 14. Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai pada Sepatu Kiri

No	Keadaan rangkaian	Pecobaan ke-	Lama Waktu (Menit)	Keterangan
1	Rangkaian <i>Standby</i>	1	472	Sensor melakukan pengukuran, <i>fan</i> tidak hidup
		2	470	
		3	468	
		4	473	
		5	471	
2	Rangkaian Bekerja Terus Menerus	1	207	Sensor dan fan bekerja terus menerus.
		2	203	
		3	204	
		4	200	
		5	201	
3	Rangkaian bekerja Normal	1	256	Sensor bekerja, <i>fan</i> bekerja jika suhu/kelembaban di atas batas atas
		2	253	
		3	252	
		4	249	
		5	256	

#### 7. Pengujian Keseluruhan Alat

Pada tahap pengujian ini pengambilan data blok rangkaian dilakukan setelah seluruh rangkaian yang terdapat dalam alat ini dipasang ke sepasang sepatu. Pengujian rangkaian secara keseluruhan berfungsi untuk mengetahui rangkaian masih tetap bekerja dengan baik atau tidak apabila setelah di pasang ke dalam sepatu. Prototipe alat pengendali suhu untuk mengatur kelembaban ini di rancang ke dalam sepatu yang mempunyai sol di atas 2cm sebagai tempat peletakan komponen. Berikut gambar dari prototipe dari alat pengendali suhu untuk mengurangi kelembaban,



Gambar 30. Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian dalam Sepatu

Pada gambar diatas terdapat beberapa komponen yang akan diuji secara keseluruhan, komponen tersebut meliputi sensor, fan DC, indikator baterai, dan indikator suhu dan kelembaban. Pengoperasian pada alat ini suhu dan kelembaban telah diatur dalam program dengan suhu normal 23 - 26 °C dan kelembaban normal 40 - 80 %.

Tabel 15. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan pada Sepatu Kanan

No	Tegangan Baterai	Suhu (°C)	Kelembaban %	Indikator baterai		Indikator Suhu dan kelembaban		Fan DC
				Merah	Hijau	Merah	Biru	
1	3,9 V	24	78	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
2	3,9 V	25	81	OFF	ON	ON	OFF	ON
3	3,8 V	23	76	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
4	3,5 V	23	75	ON	ON	OFF	OFF	OFF
5	3,5 V	26	81	ON	ON	ON	OFF	ON

Tabel 16. Pengujian Rangkaian Secara Keseluruhan pada Sepatu Kiri

No	Tegangan Baterai	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Indikator baterai		Indikator Suhu & kelembaban		Fan DC
				Merah	Hijau	Merah	Biru	
1	3,7 V	25	82	OFF	ON	ON	OFF	ON
2	3,7 V	27	78	OFF	ON	ON	OFF	ON
3	3,6 V	25	78	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
4	3,6 V	24	71	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
5	3,5 V	24	77	ON	ON	OFF	OFF	OFF

Bedasarkan data dari tabel yang diperoleh dapat diketahui jika suhu > 26 °C atau kelembaban > 80% maka led indikator suhu & kelembaban berwarna merah akan *ON*, dan *Fan DC* juga akan *ON*. Sedangkan jika suhu < 23 °C atau kelembaban < 40% maka led biru menyala, *fan* akan mati. Jika suhu dan kelembaban normal ( $24 \leq \text{suhu} \leq 26$ ,  $40 \leq \text{kelembaban} \leq 80$ ) maka fan akan mati dan led merah dan hijau juga mati. Pada tegangan baterai jika tegangan kurang dari 3,6 V maka led merah akan menyala dan led hijau masih menyala tetapi akan lebih redup. Jika lebih dari 3,5 V led hijau akan menyala led merah akan mati.

## B. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian prototipe alat pengendali suhu untuk mengurangi kelembaban pada bagian dalam sepatu yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Walaupun masih terdapat perbedaan pengukuran alat dengan pengukuran dengan alat yang asli. Penyebab dari ketidakakuratan dalam pengukuran bisa terjadi karena komponen yang kurang baik, kurangnya kepresisian

dan keakuratan komponen yang digunakan dan kurangnya ketelitian dalam melakukan pengukuran. Berikut pembahasan dari setiap komponen atau blok yang telah diuji.

## 1. Elektrikal Alat

### a. Tegangan *Output* Baterai Tanpa Beban

Pada pengujian tegangan keluaran baterai tanpa beban ditujuakn untk mengetahui batas atas baterai dan batas bawah baterai. Berdasarkan pengujian didapatkan perbedaan hasil pengukuran pada sepatu kanan dan seapatu kiri. Saat tegangan baterai dalam keadaan *full* terdapat selisih 0,1 V antara baterai sepatu kanan dengan kiri, hal ini disebabkan karena perbedaan kualitas baterai, untuk baterai pada sepatu kanan memiliki kualitas baterai yang lebih baik daripada baterai sepatu kiri. Sedangkan pada keadaan tingkat baterai *low* kedua baterai menunjukkan hasil yang sama yaitu 3,4 V. Nilai 3,4 V merupakan tegangan terendah baterai dalam keadaan *low*. Selanjutnya ketika baterai habis tegangan baterai langsung menunjukkan hasil 0 V.

### b. Tegangan *Output* Modul *Step Up*

Tegangan modul penaik tegangan diuji untuk mengetahui apakah benar hasil yang ditunjukkan pada rangkaian sama dengan nilai tegangan yang ingin dibuat sebesar 8V. Setelah melakukan pengujian didapatkan bahwa selama lima kali melakukan pengukuran tegangan keluaran modul penaik tegangan hasilnya sama dengan nilai tegangan yang ingin dibuat yaitu 8V. Dalam 5 kali pengukuran tegangan keluran modul *step up* tidak berubah-ubah, walaupun baterai mengalami perubahan tegangan hasil tegangan pada modul penaik tegangan tidak mengalami

perubahan. Dan ketika baterai tidak mencukupi untuk memasok daya yang dibutuhkan modul untuk menaikkan tegangan maka keluaran modul akan sama dengan tegangan dari baterai yaitu 3,4 V. Tegangan 3,4 V bertahan hingga baterai kosong dengan tegangan 0V.

c. Tegangan *Output* dan Arus Baterai dengan Beban Seluruh Rangkaian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui arus seluruh rangkaian dan tegangan *input* rangkaian ketika diberi beban. Setelah melihat hasil pengukuran didapatkan bahwa ketika diberi beban seluruh rangkaian tegangan baterai mengalami *drop* tegangan sebesar 0,1 V, hal ini terjadi ketika kedua *fan* bekerja. Maksudnya ketika tegangan baterai yang mula-mula 3,9 V akan turun menjadi 3,8V ketika *fan* bekerja. Hal ini dikarenakan arus untuk mensuplay kurang sehingga terjadi *drop* tegangan.

d. Tegangan Operasi pada Arduino

Pengujian tegangan operasi ini bertujuan mengetahui tegangan operasi yang ada pada rangkaian ketika tegangan input 8V. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa tegangan operasi Arduino yaitu 3,9 V ketika inputnya 8V. Kedua sepatu mempunyai hasil yang sama dengan pengujian sebanyak 5 kali mendapatkan hasil yang stabil. di karenakan pada Arduino tegangan akan stabil apabila tegangan input yang diberikan antara 7-12 V DC.

2. Pengujian Suhu dan Kelembaban

Setelah melakukan pengujian didapatkan bahwa sensor DHT11 yang digunakan memiliki selisih yang tidak terlalu besar dengan termo-hygrometer HTC-01. Selain itu pada sepatu kiri memiliki *error* yang lebih besar dari pada

sensor pada sepatu kanan. Dikarenakan kualitas sensor yang terdapat pada sepatu kiri kurang bagus walaupun jenis sensor yang digunakan sama. Adapun perhitungan *error* pada suhu dan kelembaban sebagai berikut.

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih Pengukuran}}{\text{Pengukuran Thermo-Hygro}} \times 100\%$$

Dengan rumus diatas dapat dicari nilai *error* antara suhu dan kelembaban pada alat dengan termo-hygrometer. Terjadinya *error* pada pengujian suhu dan kelembaban karena adanya nilai toleransi pada sensor DHT11 yang mana pada toleransi suhu  $\pm 1$  °C dan pada kelembaban  $\pm 5$  %. Hal inilah yang menyebabkan pada pengukuran suhu rata-rata *error* yang didapat  $\pm 1$  °C, sedangkan pada kelembaban rata-rata *error*nya  $\pm 3$  %. Dimana nilai rata-rata *error* didapat menggunakan rumus

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah error}}{\text{Jumlah data pengukuran}}$$

### 3. Pengujian *Fan* DC

Dari data pengujian *fan* DC didapatkan bahwa *fan* DC dapat bekerja sesuai dengan algoritma program yang telah ditentukan. Dimana *fan* akan hidup apabila suhu  $> 26$  °C atau kelembaban  $> 80\%$ . Dan dari hasil pengujian ketika suhu atau kelembaban melebihi batas atas yang telah ditentukan yaitu  $26$  °C atau  $80\%$ , *fan* akan hidup. Dan ketika suhu dibawah batas tersebut hasilnya *fan* akan mati.

### 4. Pengujian Indikator Tegangan Baterai

Hasil pengujian indikator tegangan baterai didapat bahwa ketika tegangan baterai melebihi  $3,9$  V maka led hijau akan menyala dan led merah mati, pada tingkat tegangan ini baterai  $100\%$ . Pada *range* tegangan  $3,8 - 3,9$  V atau  $75\%$ , led

merah masih tetap mati dan led hijau akan tetap hidup. Tegangan 3,6 – 3,7 V atau indikator baterai 50%, led merah tetap masih mati dan led hijau masih tetap hidup, sedangkan baterai pada keadaan 25% dengan tegangan 3,4 – 3,5 V, led merah hidup dan led hijau hidup tetapi agak redup. Dikarenakan pada tegangan tersebut transistor tidak aktif karena pada rangkaian indikator baterai tersebut menerapkan prinsip pembagi tegangan (*Voltage Divider*). Berikut rumus untuk menghitung tegangan basis transistor dalam rangkaian pembagi tegangan.

$$V_b = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Dari rumus diatas didapatkan pada tegangan baterai 3,4-3,5V, transistor tidak bekerja karena tegangan basis yang dihasilkan tidak bisa mengaktifkan transistor (tegangan basis tidak lebih dari 0,7V) sehingga transistor tidak bisa mengalirkan arus dari kolektor ke emitor dan membuat arus dari baterai langsung masuk ke led merah dan terjadi pembagian arus sehingga arus yang mengalir pada led hijau akan menurun dan membuat led hijau menjadi redup. Sedangkan ketika tegangan baterai lebih dari 3,6 V maka akan mengaktifkan tegangan transistor (tegangan basis lebih dari 0,7V) sehingga arus yang mengalir ke kolektor akan diteruskan ke emitor, hal ini membuat arus tidak mengalir ke led merah tetapi mengalir ke transistor yang membuat led merah mati dan led hijau hidup lebih terang. Dari hasil pengujian ini indikator baterai dapat disimpulkan bekerja dengan baik. Dimana dalam keadaan baterai 25% dari daya penuh, led merah menyala yang menandakan baterai sudah hampir habis dan bisa diisi ulang.

## 5. Indikator Suhu dan Kelembaban

Dari hasil pengujian indikator suhu dan kelembaban pada kedua sepatu dapat bekerja dengan baik. Dimana led merah menyala jika suhu  $> 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $> 80\%$ , dan led biru menyala jika suhu  $< 23\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $< 40\%$ . Pada pengujian led biru menyala didapatkan ketika suhu dibawah  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan untuk kelembaban dibawah  $40\%$  belum bisa diuji karena terlalu susah untuk mendapatkan kelembaban dibawah itu karena kelembaban di Indonesia yang cukup tinggi. Dan ketika suhu antara  $23 - 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban antara  $40 - 80\%$  maka kedua led dalam posisi mati.

## 6. Daya Tahan Baterai

Berdasarkan data yang telah didapat dari pengujian daya tahan baterai dapat dikatakan daya tahan baterai ketika keadaan *standby* yaitu rata-rata 474 menit atau 7 jam 54 menit untuk sepatu kanan dan 7 jam 50 menit untuk sepatu kiri. Ketika dalam keadaan rangkaian bekerja normal rata-rata daya tahan baterai yaitu 251 menit atau 4 jam 11 menit untuk sepatu kanan dan 4 jam 13 menit untuk sepatu kiri. Selama 5 kali percobaan daya tahan baterai pada keadaan bekerja normal mengalami perbedaan pada setiap percobaannya, dikarenakan waktu pengisian baterai tidaklah sama sehingga menyebabkan perbedaan hasil daya tahan baterai. Daya tahan baterai dan pengujian dihitung dari baterai keadaan penuh sampai habis dengan tegangan 0V. Sehingga apabila dihitung dari baterai keadaan penuh atau 100% hingga keadaan 25% maka kurang dari 4 jam lampu merah sudah menyala. Jadi nilai *real* dari daya tahan baterai yaitu kurang dari 4 jam sampai baterai harus diisi.

## 7. Rangkaian Keseluruhan

Berdasar pengujian, rangkaian keseluruhan pada sepasang sepatu dapat bekerja dengan baik hal itu bisa dilihat pada data hasil pengujian. Dimana pada 5 kali pengujian alat tidak mengalami kegagalan. Pada data pengujian led biru menyala ketika suhu berada pada 22 °C dan pada saat itu *fan* mati. Dan *fan* hidup ketika suhu mencapai 27 °C atau kelembaban melebihi nilai 80% saat itu pula led merah menyala. Pada saat suhu normal antara 23-26 °C atau kelembaban antara 40-80%, pada data pengujian led merah dan biru tidak hidup, serta *fan* dc juga tidak aktif. Untuk indikator baterai led merah pada saat pengujian, hidup ketika tegangan baterai turun hingga 3,5 V dan led merah akan mati ketika tegangan baterai berada diatas 3,5 V. Dari hasil ini berarti dapat disimpulkan alat ini dapat bekerja dengan baik.

### C. Unjuk Kerja

Unjuk kerja dari alat ini mengacu pada diagram alir pada program utama, maka dari itu apabila ingin mengoperasikan alat ini bisa berpedoman pada diagram alir. Hal pertama yang harus dilakukan apabila ingin mengoperasiakn alat ini adalah menekan tombol *on/off* pada alat. Dikarenakan tombol inilah yang menghubungkan rangkain ke sumber tegangan baterai.

Saat tombol *on/off* ditekan, sensor DHT11 akan mulai melakukan pengukuran suhu dan kelembaban yang terdapat pada sepatu. Disaat yang sama rangkaian indikator baterai juga mendapatkan sumber tegangan sehingga langsung memberikan keadaan baterai berupa nyala led merah atau hijau. Ketika baterai dalam keadaan *low* dibawah 50% dari sumber tegangan baterai maka led merah

akan menyala dan led hijau akan menyala redup, dan led merah akan mati ketika daya baterai berada pada level 50% keatas dengan led hijau akan tetap menyala tetapi lebih terang. Saat melakukan pengukuran sensor akan memberi tahu nilai suhu dan kelembaban dalam sepatu yang bentuknya angka digital yang langsung dapat diolah oleh arduino. Apabila pembacaan suhu  $> 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $>80\%$  maka arduino akan mengaktifkan led indikator suhu dan kelembaban yang berwarna merah dan mengaktifkan saklar otomatis yang membuat *fan* DC menjadi hidup. Ketika suhu  $<23\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $<40\%$  maka arduino akan memberikan sinyal *high* pada led biru sehingga led akan hidup. Sedangkan apabila suhu dan kelembaban dalam keadaan normal yaitu suhu antara  $23\text{-}26\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban  $40\text{-}80\%$  maka kedua led indikator tidak akan menyala dan *fan* DC juga tidak aktif.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat keras dari Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano ini terdiri dari DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, arduino nano sebagai pengendali utama, baterai sebagai sumber tegangan, modul MT3068 sebagai penaik tegangan baterai, *fan* DC sebagai aktuator mengendalikan suhu dan kelembaban, rangkaian indikator tegangan baterai, dan indikator suhu dan kelembaban yang berupa led.
2. Penggunaan perangkat lunak arduino lebih memudahkan dalam membuat program serta pengaplikasian program kerangkaian. Dengan menginisialisasi port I/O arduino dan menuliskan program pembacaan nilai suhu dan kelembaban yang sudah ada dalam *library* arduino IDE, data sudah bisa diolah dan dioutputkan ke *fan* DC dan indikator led.
3. Unjuk kerja dari Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano ini secara keseluruhan bekerja dengan baik. Semua komponen dapat digunakan dan berfungsi dengan semestinya. Rata-rata error pengukuran suhu adalah 0,85%

untuk sepatu kanan dan 1,02% untuk sepatu kiri, sedangkan rata-rata error pengukuran kelembaban adalah 2,39% untuk sepatu kanan dan 2,93% untuk sepatu kiri. Untuk *fan* DC sendiri akan aktif apabila suhu  $> 26^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $> 80\%$ , dan akan mati apabila suhu  $\leq 26^{\circ}\text{C}$  atau kelembaban  $\leq 80\%$ .

## **B. Keterbatasan Alat**

Prototipe Alat Pengendali Suhu untuk Mengurangi Kelembaban pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis Arduino Nano memiliki keterbatasan dalam sistem kerjanya, antara lain:

1. Desain sepatu yang digunakan kurang cocok sehingga kurang nyaman dan fleksibel ketika dipakai.
2. Komponen yang belum *waterproff* dan pengemasan komponen yang tidak tahan air menyebabkan sepatu belum bisa dipakai dalam keadaan hujan atau keadaan sepatu terkena air.
3. Kualitas *fan* yang kurang bagus sehingga menyebabkan bunyi yang bising ketika alat dihidupkan.
4. Kapasitas baterai yang kurang besar menyebabkan baterai cepat habis sehingga pengisian daya baterai sering dilakukan.
5. Bentuk tombol *on/off* kurang cocok sehingga mengalami kesulitan untuk menghidupkan atau mematikan alat ini.

### C. Saran

Pembuatan proyek akhir ini terdapat banyak kekurangan, sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Saran membangun dibutuhkan untuk menyempurnakan alat ini, antara lain sebagai berikut:

1. Penggunaan sensor DHT11 sebaiknya diganti dengan sensor yang lebih akurat seperti SHT11 yang memiliki keakuratan pembacaan yang lebih tinggi.
2. Komponen yang digunakan sebaiknya menggunakan komponen yang tahan air atau pengemasan komponen yang tahan air, sehingga bisa digunakan dalam keadaan hujan atau terkena air.
3. Penggunaan *fan* harus yang lebih baik kualitasnya sehingga tidak bising ketika hidup. Dan menggunakan *fan* dengan jenis penyedot udara seperti *fan* pada laptop dengan dimensi sekitar 3x3 cm.
4. Dibutuhkan desain sepatu dari awal sehingga memungkinkan peletakkan komponen tidak mengganggu kenyamanan dan fleksibilitas dari sepatu itu sendiri, serta peletakkan komponen dapat lebih cocok sesuai fungsinya.
5. Baterai sebaiknya memiliki kapasitas besar dan dengan tegangan keluarannya diatas 8V sehingga tidak perlu menaikkan tegangan untuk memenuhi kebutuhan tegangan pada alat.
6. Tombol *on/off* sebaiknya diganti dengan tombol yang bentuknya seperti *keypad*, sehingga mudah dan lebih kelihatan dalam penggunaan.
7. Perlunya penambahan elemen penghangat untuk menghangatkan apabila kaki pengguna sepatu kedinginan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna, M.S. (2004). *Epidemiologi Dermatomikosis Superfisialis*, Dalam: Budimulja, U. *Dermatomikosis Superfisialis*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI, pp. 1-5.
- Aerosemi Technology Co., Ltd. *MT3608*. Diambil pada tanggal 24 Agustus 2017, dari <https://www.olimex.com/Products/Breadboarding/BB-PWR-3608/resources/MT3608.pdf>
- Aosong. *Temperature and humidity module DHT11 Product Manual*. Diambil pada tanggal 24 Juli 2017, dari [www.aosong.com](http://www.aosong.com).
- Arduino. (2016). *Arduino Nano*. Diambil pada tanggal 15 Desember 2016, dari <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>.
- Arduino. *Language Reference*. Diambil pada tanggal 28 Agustus 2017, dari <https://www.arduino.cc/en/Reference/Language>.
- Arduino. *Libraries*. Diambil pada tanggal 28 Agustus 2017, dari <https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>.
- Bandi, S., Supriyadi, A.S. & Wardani, H.W. (1991). *Studi Tentang Standar Sepatu Kanvas Untuk Ekspor*. Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik, Vol VII 12-13.
- Fathin, M. Haidzar. (2016). *Hubungan Lama Pemakaian Sepatu Boots Dengan Angka Kejadian Tinea Pedis Pada Pekerja Pemungut Sampah Dinas Kebersihan Daerah Kota Surakarta*. Penelitian. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Flehsig, Thomas & Flehsig, Drew. (2007). *Shoe with built in micro-fan*. Diambil pada tanggal 14 Desember 2016, dari [www.google.ch/patents/US7269915](http://www.google.ch/patents/US7269915).
- Fundamentals of Power Electronics. *Chapter 5: The Discontinuous Conduction Mode*. Diambil pada tanggal 28 Agustus 2017, dari [http://ecee.colorado.edu/~ecen5797/course\\_material/Ch5slides.pdf](http://ecee.colorado.edu/~ecen5797/course_material/Ch5slides.pdf)
- Hakim, W.L. (2010). *Prototyping Model*. Diambil pada tanggal 28 Agustus 2017, dari <https://www.scribd.com/doc/58298607/Pengertian-Prototype>.
- Jogiyanto, H.M.. (2003). *Sistem Teknologi Informasi*. ANDI Yogyakarta Indonesia
- JIS.S.5002-1986, *Canvas Boots and Shoes*. Diambil pada tanggal 10 Januari 2017, dari <http://ejurnal.kemenperin.go.id/mkkp/article/view/475>.

- KemenKes. (2002). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405 Tahun 2002, Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri.*
- Kobayashi S.. (1990). *Relationship between an offensive smell given off from human foot and Staphylococcus epidermidis.* Nihon Saikingaku Zasshi. 45 (4), 797-800.
- Ladock, Jason. (2012). *How to Prevent Stinky Feet*, Diambil pada tanggal 9 Desember 2016, dari <http://www.healthguidance.org/entry/11520/1/How-toPrevent-Stinky-Feet.html>.
- Nandigenti, Himagiri. (2013). *A Safety Enhanced High Step Up Dc-Dc Converter For AV Pv Applications.* Diambil pada tanggal 27 September 2017, dari <https://www.researchgate.net/publication/293707342>.
- Perdana, P.N. (2012). *DC Chopper Tipe Boost (Boost Converter).* Diambil pada tanggal 28 Agustus 2017, dari <https://www.scribd.com/doc/353315265/Dc-Chooper-Tipe-Boost-Converter>.
- Rismatiawati, Irma. (2016). *Perkembangan Model Sepatu Nike dari Masa ke Masa.* Diambil pada tanggal 20 Januari 2017, dari <http://c-tug.net/2016/05/18/perkembangan-model-sepatu-nike-dari-masa-ke-masa/>.
- Rustamaji, T. (2014). *Mengukur Temperature dan Kelembaban Udara.* Diambil pada tanggal 9 Juni 2017, dari <http://www.rustamaji.net/id/arduino/mengukur-temperature-dan-kelembaban-udara>.
- Sinauarduino. (2016). *Mengenal Software Arduino (IDE).* Diambil pada tanggal 28 Agustus 2017, dari <http://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>.
- Suryo Mochamad, Hidayat. (2010). *Rancang Bangun Buck-boost Converter.* Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Indonesia Depok.Hal.1.
- Talarosa, B. (2005). *Menciptakan kenyamanan thermal dalam bangunan.* Jurnal Sistem Teknik Industri, Vol 6, No. 3.
- Tim Redaksi 01. (2011). *Belanja Sepatu Di Indonesia Rp. 115.000 Per Kapita.* duniaindustri.com. Diambil pada tanggal 9 Desember 2016, dari <http://duniaindustri.com/belanja-sepatu-di-indonesia-rp-115-000-perkapita/>.

- Tiran, Fitri Apriliyani & Christofori M.R.R. Nastiti. (2014). *Aktivitas Antibakteri Lotion Minyak Kayu Manis Terhadap Staphylococcus Epidermidis Penyebab Bau Kaki*. Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas. 2, 72-80.
- The Society of Chiropodists & Pediatrists. (2011). *Sweaty Feet*. Diambil pada tanggal 9 Desember 2016, dari <http://www.scop.org/foot/-health/common-footproblems/sweaty-feet/>.
- Viegas, C., Sabino, R., Parada, H., Brandao, J., Carolino, E.. (2013). *Diagnosis of Tinea pedis and Onychomycosis in Patients from Carlo CJ, Bowe MC. Tinea pedis Athlete's foot*. Saude and Tekhnology. ISSN: 1646-9704.
- Wolff, K., dan Johnson, R.A.. (2012). *Fitzpatrick Color Atlas and Synopsis of Clinical Dermatology Edisi 6*. ISBN: 978-0-07-163342-0.

# LAMPIRAN

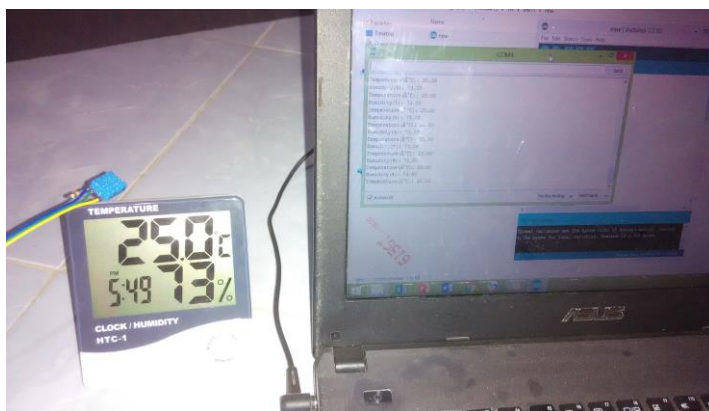
## Lampiran 1. Gambar Alat dan Pengujian



**Sepatu Tampak Depan**



**Sepatu Tampak Samping**



**Pengujian Suhu dan Kelembaban**



**Pengujian Indikator Tegangan Baterai**



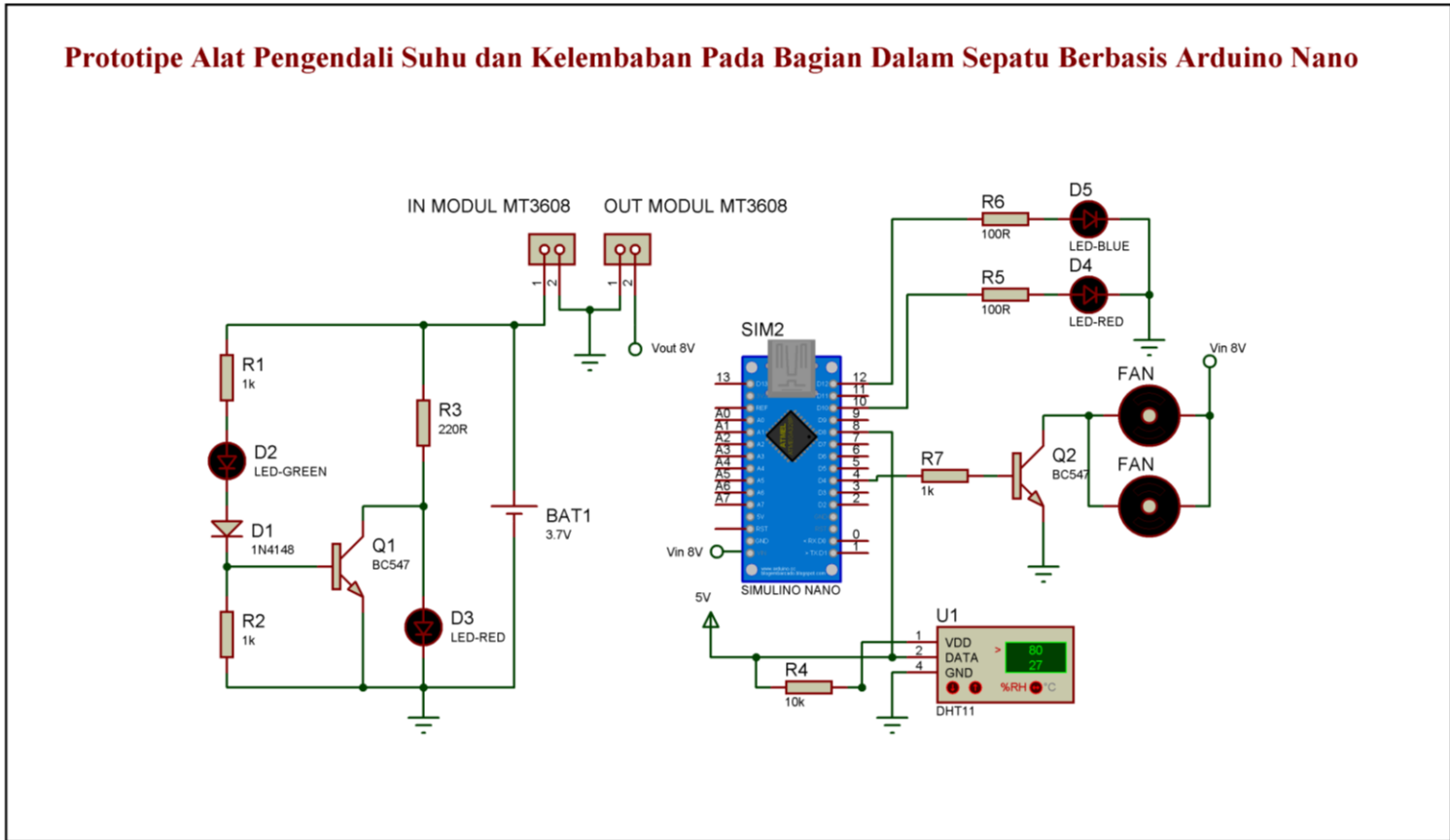
**Pengujian Elektrikal Alat**



**Pengujian Indikator Suhu dan Tegangan**

Lampiran 2. Skema Rangkaian

94



PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN SEPATU		KETERANGAN	
		<p>TEKNIK ELEKTRONIKA D-3 FAKULTAS TEKNIK UNIV. NEGERI YOGYAKARTA</p>	<p>SKA. 1 : 1 DIG. Aga</p>

### Lampiran 3. Program Alat

```
/*-----Program Suhu dan Kelembaban-----*/
Proyek      : Prototipe Pengendali Suhu Untuk Mengurangi
              Kelembaban Pada Bagian Dalam Sepatu Berbasis
              Arduino Nano

Nama Pembuat : Ananto Aga Marindro

Prodi       : Teknik Elektronika D3

Jurusan     : Pendidikan Teknik Elektronika FT UNY

NIM        : 14507134025

=====*/

#include "DHT.h"

#define DHTPIN 7

#define DHTTYPE DHT11
// #define DHTTYPE DHT22
// #define DHTTYPE DHT21

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

float a,b,c;

void setup() {
  pinMode(3,OUTPUT);
  pinMode(5,OUTPUT);
  pinMode(10,OUTPUT);
  pinMode(12,OUTPUT);
  dht.begin();
}
```

```

    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
    float kelembaban = dht.readHumidity();
    //menyimpan nilai Humidity pada variabel kelembaban

    float suhu = dht.readTemperature();
    //menyimpan nilai Temperature pada variabel suhu

    a = suhu+1;
    b = kelembaban+36;
    c = b+12;

    Serial.print("Suhu: ");
    Serial.println(a);
    Serial.print("Kelembaban: ");
    Serial.print(c);

    if ((a > 26) || (c > 80))
    {
        digitalWrite(3,HIGH);
        digitalWrite(5,HIGH);
        digitalWrite(10,HIGH);
        digitalWrite(12,LOW);

        delay(1000);
    }

    else if((c < 40) || (a < 23))

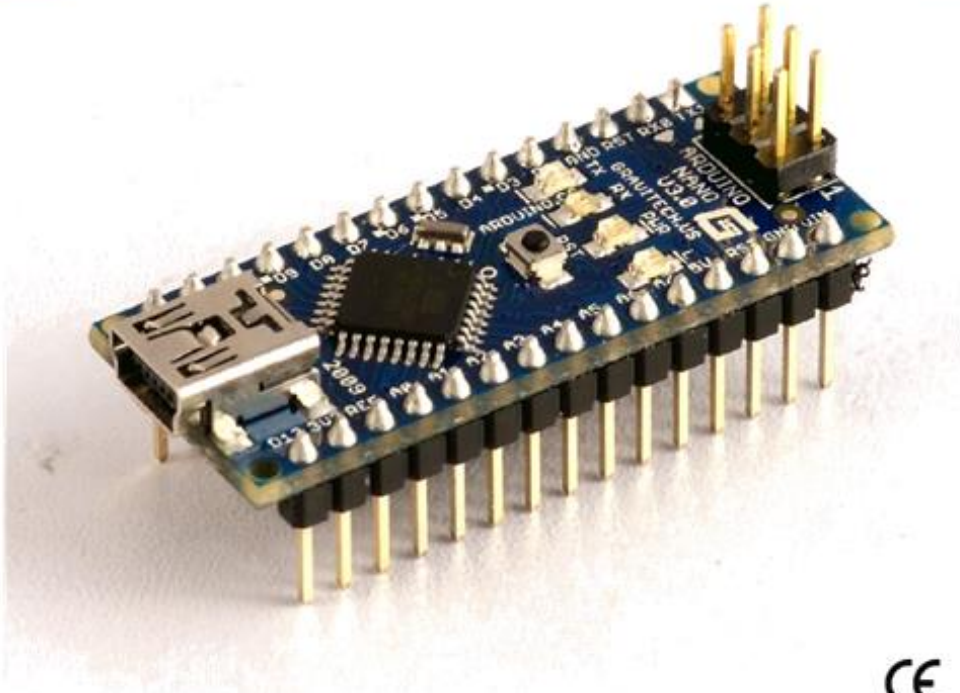
```

```
{
    digitalWrite(3,LOW);
    digitalWrite(5,LOW);
    digitalWrite(10,LOW);
    digitalWrite(12,HIGH);
    delay(1000);
}
else
{
    digitalWrite(3,LOW);
    digitalWrite(5,LOW);
    digitalWrite(10,LOW);
    digitalWrite(12,LOW);
    delay(1000);
}
}
```

## Lampiran 4. Datasheet Arduino Nano



# Arduino Nano



### Product Overview

The Arduino Nano is a small, complete, and breadboard-friendly board based on the ATmega328 (Arduino Nano 3.0) or ATmega168 (Arduino Nano 2.x). It has more or less the same functionality of the Arduino Duemilanove, but in a different package. It lacks only a DC power jack, and works with a Mini-B USB cable instead of a standard one. The Nano was designed and is being produced by Gravitech.

### Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino  
Programming Enviroment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7



# Technical Specification



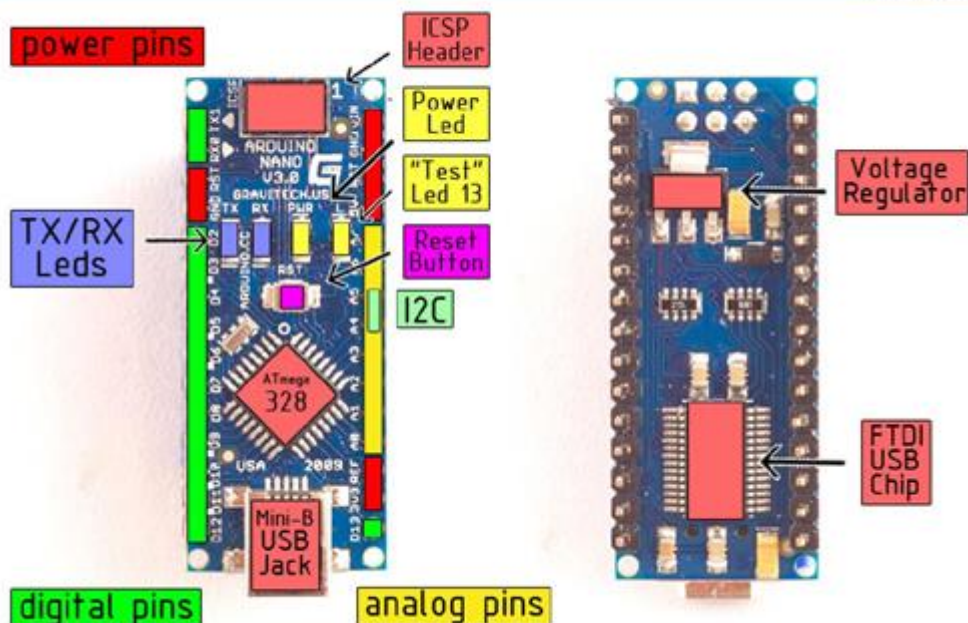
Arduino Nano 3.0 (ATmega328): [schematic](#), [Eagle files](#).

Arduino Nano 2.3 (ATmega168): [manual](#) (pdf), [Eagle files](#). Note: since the free version of Eagle does not handle more than 2 layers, and this version of the Nano is 4 layers, it is published here unrouted, so users can open and use it in the free version of Eagle.

## Summary

Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	6-20 V
Analog Input Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
DC Current per I/O Pin	8
Flash Memory	40 mA
	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"

## the board



## Power

The Arduino Nano can be powered via the Mini -B USB connection, 6-20V unregulated external power supply (pin 30), or 5V regulated external power supply (pin 27). The power source is automatically selected to the highest voltage source.

The FTDI FT232RL chip on the Nano is only powered if the board is being powered over USB. As a result, when running on external (non-USB) power, the 3.3V output (which is supplied by the FTDI chip) is not available and the RX and TX LEDs will flicker if digital pins 0 or 1 are high.

## Memory

The ATmega168 has 16 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The ATmega168 has 1 KB of SRAM and 512 bytes of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)); the ATmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM.

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Nano can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Nano has 8 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I<sup>2</sup>C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 ports](#).

## Communication

The Arduino Nano has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 provide UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL on the board channels this serial communication over USB and the [FTDI drivers](#) (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Nano's digital pins.

The ATmega168 and ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega168 or ATmega328 datasheet.

## Programming

The Arduino Nano can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Diecimila, Duemilanove, or Nano w/ ATmega168" or "Arduino Duemilanove or Nano w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega168 or ATmega328 on the Arduino Nano comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Nano is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the FT232RL is connected to the reset line of the ATmega168 or ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Nano is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Nano. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.



# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross -platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you'll need to install the FTDI Drivers to let your PC talk to the board. First **Plug the Arduino to your PC via USB cable.**

## Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook> Arduino-0017>Examples> Digital>Blink**

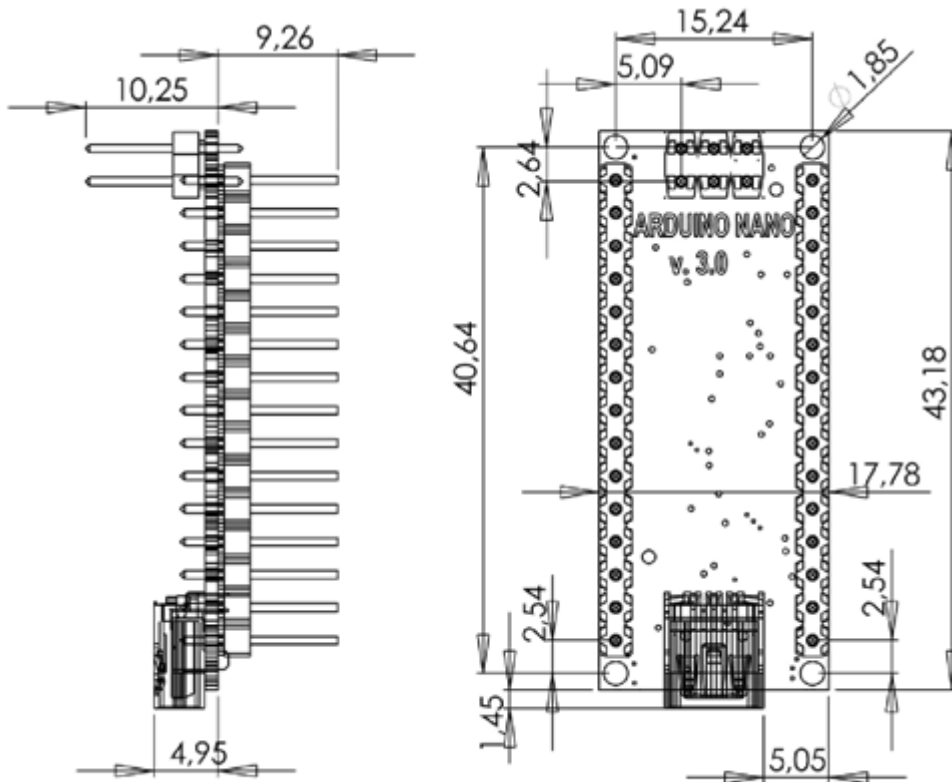
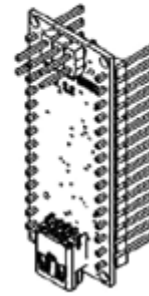
Once you have your skecth you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select Arduino NANO and with the AtMEGA you're using (probably 328)

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```

Blink | Arduino 0017
File Edit Sketch Tools Help
Blink.g
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
// The setup() method runs once, when the sketch starts
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
  
```





## 1. Warranties

- 1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.
- 1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.
- 1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
- 1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.
- 1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.
- 1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

## 2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

## 3. Consequential Damages Waiver

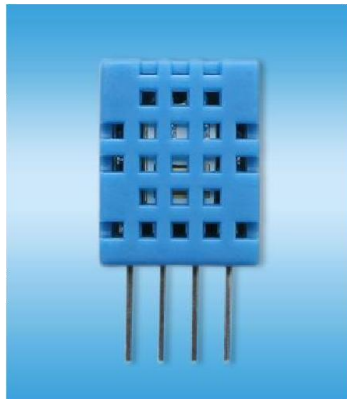
In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

## 4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

Lampiran 5. Datasheet DHT11

**AOSONG**



[www.aosong.com](http://www.aosong.com)

## 1、Product Overview

DHT11 digital temperature and humidity sensor is a composite Sensor contains a calibrated digital signal output of the temperature and humidity. Application of a dedicated digital modules collection technology and the temperature and humidity sensing technology, to ensure that the product has high reliability and excellent long-term stability. The sensor includes a resistive sense of wet components and an NTC temperature measurement devices, and connected with a high-performance 8-bit microcontroller.



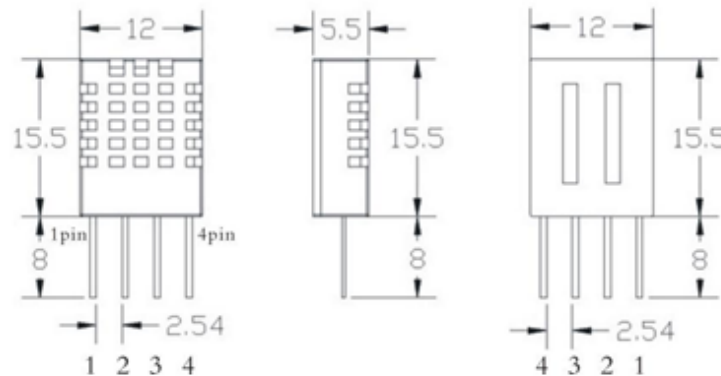
## 2、Applications

HVAC, dehumidifier, testing and inspection equipment, consumer goods, automotive, automatic control, data loggers, weather stations, home appliances, humidity regulator, medical and other humidity measurement and control.

## 3、Features

Low cost, long-term stability, relative humidity and temperature measurement, excellent quality, fast response, strong anti-interference ability, long distance signal transmission, digital signal output, and precise calibration.

## 4、Dimensions (unit: mm)



## 5、 Product parameters

### Relative humidity

Resolution: 16Bit

Repeatability:  $\pm 1\%$  RH

Accuracy: At 25°C  $\pm 5\%$

RH

Interchangeability: fully

interchangeable Response time: 1 /

e (63%) of 25°C 6s 1m / s air 6s

Hysteresis:  $< \pm 0.3\%$  RH

Long-term stability:  $< \pm 0.5\%$  RH / yr in

### Temperature

Resolution: 16Bit

Repeatability:  $\pm 0.2^\circ\text{C}$

Range: At 25°C  $\pm 2^\circ\text{C}$

Response time: 1 / e (63%) 10S

### Electrical Characteristics

Power supply: DC 3.5~5.5V

Supply Current: measurement 0.3mA standby 60 $\mu$  A

Sampling period: more than 2 seconds

### Pin Description

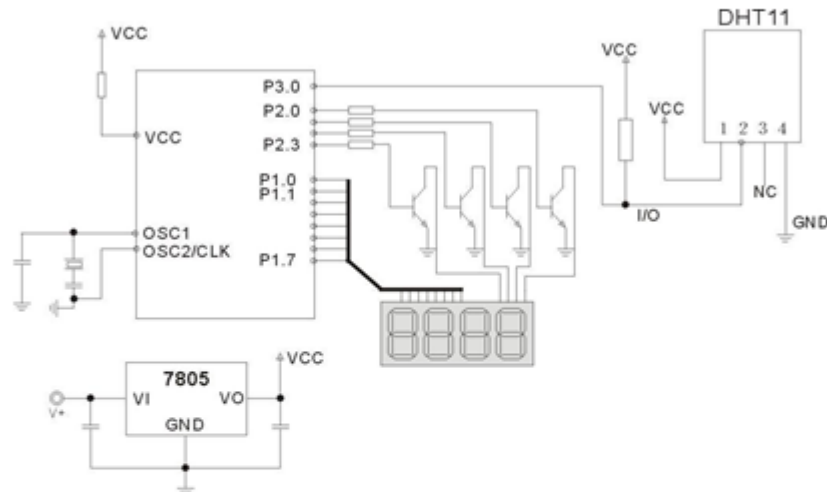
1, the VDD power supply 3.5~5.5V

DC 2 DATA serial data, a single bus

3, NC, empty pin

4, GND ground, the negative power

## 6、Typical circuit



Microprocessor and DHT11 of connection typical application circuit as shown above, DATA pull the microprocessor I / O ports are connected.

1. Typical application circuit recommended in the short cable length of 20 meters on the 5.1K pull-up resistor, the resistance of greater than 20 meters under the pull-up resistor on the lower of the actual situation.
2. When using a 3.5V voltage supply cable length shall not be greater than 20cm. Otherwise, the line voltage drop will cause the sensor power supply shortage, caused by measurement error.
3. Each read out the temperature and humidity values are the results of the last measurement For real-time data, sequential read twice, but is not recommended to repeatedly read the sensors, each read sensor interval is greater than 5 seconds can be obtained accurate data.

## 7、Serial communication instructions (single-wire bi-directional) ◎Single bus Description

DHT11 uses a simplified single-bus communication. Single bus that only one data line, the system of data exchange, control by a single bus to complete. Device (master or slave) through an open-drain or tri-state port connected to the data line to allow the device does not send data to release the bus, while other devices use the bus; single bus usually require an external one about 5.1kΩ pull-up resistor, so that when the bus is idle, its status is high. Because they are the master-slave structure, and only when the host calls the slave, the slave can answer, the host access devices must strictly follow the single-bus sequence, if the chaotic sequence, the device will not respond to the host.

### ◎Single bus to transfer data defined

DATA For communication and synchronization between the microprocessor and DHT11, single-bus data format, a transmission of 40 data, the high first-out.

Data format:

The 8bit humidity integer data + 8bit the Humidity decimal data +8 bit temperature integer data + 8bit fractional temperature data +8 bit parity bit.

⊙Parity bit data definition

“8bit humidity integer data + 8bit humidity decimal data +8 bit temperature integer data + 8bit temperature fractional data” 8bit checksum is equal to the results of the last eight.

Example 1: 40 data is received:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1101</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temp. 8	Low temp. 8	Parity bit

Calculate:

0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000= 0100 1101

Received data is correct:

Humidity:0011 0101=35H=53%RH

Temperature:0001 1000=18H=24℃

Example 2: 40 data is received:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1001</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temp. 8	Low temp. 8	Parity bit

Calculate:

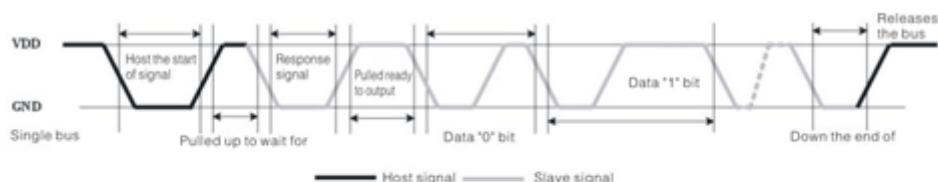
0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000= 0100 1101

01001101≠0100 1001

The received data is not correct, give up, to re-receive data.

⊙Data Timing Diagram

User host (MCU) to send a signal, DHT11 converted from low-power mode to high-speed mode, until the host began to signal the end of the DHT11 send a response signal to send 40bit data, and trigger a letter collection. The signal is sent as shown.



Data Timing Diagram

**Note:** The host reads the temperature and humidity data from DHT11 always the last measured value, such as twice the measured interval of time is very long, continuous read twice to the second value of real-time temperature and humidity values.

⊙Peripherals read steps

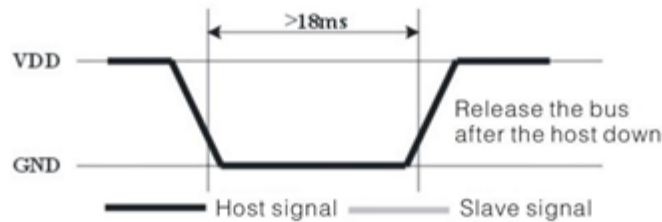
Communication between the master and slave can be done through the following steps (peripherals (such as microprocessors) read DHT11 the data of steps).

Step 1:

After power on DHT11 (DHT11 on after power to wait 1S across the unstable state during this period can not send any instruction), the test environment temperature and humidity data, and record the data, while DHT11 the DATA data lines pulled by pull-up resistor has been to maintain high; the DHT11 the DATA pin is in input state, the moment of detection of external signals.

Step 2:

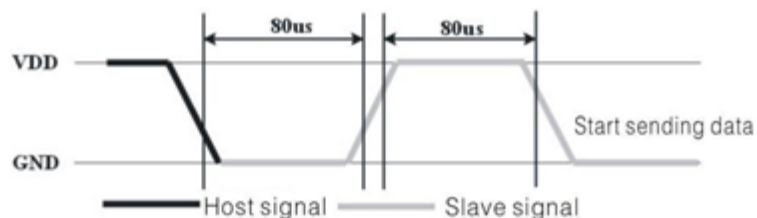
Microprocessor I / O set to output at the same time output low, and low hold time can not be less than 18ms, then the microprocessor I / O is set to input state, due to the pull-up resistor, a microprocessor/ O DHT11 the dATA data lines also will be high, waiting DHT11 to answer signal, send the signal as shown:



Host sends a start signal

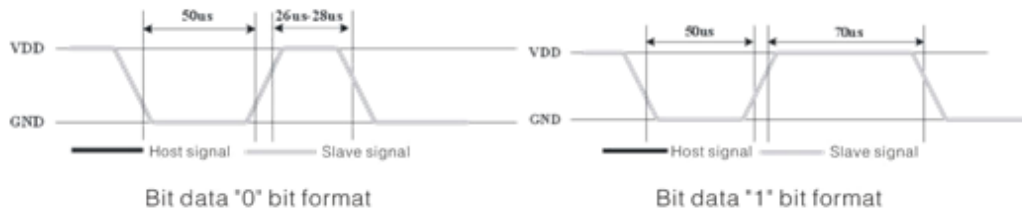
Step 3:

DATA pin is detected to an external signal of DHT11 low, waiting for external signal low end the delay DHT11 DATA pin in the output state, the output low of 80 microseconds as the response signal, followed by the output of 80 micro-seconds of high notification peripheral is ready to receive data, the microprocessor I / O at this time in the input state is detected the I / O low (DHT11 response signal), wait 80 microseconds high data receiving and sending signals as shown:



Step 4:

Output by DHT11 the DATA pin 40, the microprocessor receives 40 data bits of data "0" format: the low level of 50 microseconds and 26-28 microseconds according to the changes in the I / O level level, bit data "1" format: the high level of low plus, 50 microseconds to 70 microseconds. Bit data "0", "1" signal format as shown:



End signal:

Continue to output the low 50 microseconds after DHT11 the DATA pin output 40 data, and changed the input state, along with pull-up resistor goes high. But DHT11 internal re-test environmental temperature and humidity data, and record the data, waiting for the arrival of the external signal.

## 8、Application of information

### 1. Work and storage conditions

Outside the sensor the proposed scope of work may lead to temporary drift of the signal up to 300%RH. Return to normal working conditions, sensor calibration status will slowly toward recovery. To speed up the recovery process may refer to "resume processing". Prolonged use of non-normal operating conditions, will accelerate the aging of the product.

Avoid placing the components on the long-term condensation and dry environment, as well as the following environment.

A, salt spray

B, acidic or oxidizing gases such as sulfur dioxide, hydrochloric acid Recommended storage environment

Temperature: 10 ~ 40 °C Humidity: 60% RH or less

### 2. The impact of exposure to chemicals

The capacitive humidity sensor has a layer by chemical vapor interference, the proliferation of chemicals in the sensing layer may lead to drift and decreased sensitivity of the measured values. In a pure environment, contaminants will slowly be released. Resume processing as described below will accelerate this process. The high concentration of chemical pollution (such as ethanol) will lead to the complete damage of the sensitive layer of the sensor.

### 3. The temperature influence

Relative humidity of the gas to a large extent dependent on temperature. Therefore, in the measurement of humidity, should be to ensure that the work of the humidity sensor at the same temperature. With the release of heat of electronic components share a printed circuit board, the installation should be as far as possible the sensor away from the electronic components and mounted below the heat source, while maintaining good ventilation of the enclosure. To reduce the thermal conductivity sensor and printed circuit board copper plating should be the smallest possible, and leaving a gap between the two.

### 4. Light impact

Prolonged exposure to sunlight or strong ultraviolet radiation, and degrade performance.

## 5. Resume processing

Placed under extreme working conditions or chemical vapor sensor, which allows it to return to the status of calibration by the following handler. Maintain two hours in the humidity conditions of 45 °C and <10% RH (dry); followed by 20-30 °C and > 70% RH humidity conditions to maintain more than five hours.

## 6. Wiring precautions

The quality of the signal wire will affect the quality of the voltage output, it is recommended to use high quality shielded cable.

## 7. Welding information

Manual welding, in the maximum temperature of 300 °C under the conditions of contact time shall be less than 3 seconds.

## 8. Product upgrades

Details, please the consultation Aosong electronics department.

## 9. The license agreement

Without the prior written permission of the copyright holder, shall not in any form or by any means, electronic or mechanical (including photocopying), copy any part of this manual, nor shall its contents be communicated to a third party. The contents are subject to change without notice.

The Company and third parties have ownership of the software, the user may use only signed a contract or software license.

## 10. Warnings and personal injury

This product is not applied to the safety or emergency stop devices, as well as the failure of the product may result in injury to any other application, unless a particular purpose or use authorized. Installation, handling, use or maintenance of the product refer to product data sheets and application notes. Failure to comply with this recommendation may result in death and serious personal injury. The Company will bear all damages resulting personal injury or death, and waive any claims that the resulting subsidiary company managers and employees and agents, distributors, etc. that may arise, including: a variety of costs, compensation costs, attorneys' fees, and so on.

## 11. Quality Assurance

The company and its direct purchaser of the product quality guarantee period of three months (from the date of delivery). Publishes the technical specifications of the product data sheet shall prevail. Within the warranty period, the product was confirmed that the quality is really defective, the company will provide free repair or replacement. The user must satisfy the following conditions:

- ① The product is found defective within 14 days written notice to the Company;
- ② The product shall be paid by mail back to the company;
- ③ The product should be within the warranty period.

The Company is only responsible for those used in the occasion of the technical condition of the product defective product. Without any guarantee, warranty or written statement of its products used in special applications. Company for its products applied to the reliability of the product or circuit does not make any commitment.

Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd.

TEL:020-36042809 / 36380552

[www.aosong.com](http://www.aosong.com)

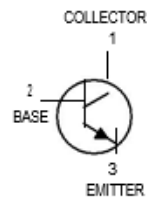
- 7 -

## Lampiran 6. Datasheet Transistor BC547

MOTOROLA  
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document  
by BC546/D

### Amplifier Transistors NPN Silicon



BC546, B  
BC547, A, B,  
BC548, A, B,



CASE 29±04, STYLE 17  
TO±92 (TO±226AA)

#### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	65	45	30	Vdc
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	80	50	30	Vdc
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	6.0			Vdc
Collector Current (Continuous)	$I_C$	100			mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	PD	625			mW
		5.0			mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5			Watt
		12			mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_{J, STG}$	± 55 to +150			°C

#### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

#### ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

#### OFF CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Collector-Emitter Breakdown Voltage ( $I_C = 1.0\text{ mA}$ , $I_B = 0$ )	$V_{(BR)CEO}$	65 45 30	∅ ∅ ∅	∅ ∅ ∅	V
Collector-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$ )	$V_{(BR)CBO}$	80 50 30	∅ ∅ ∅	∅ ∅ ∅	V
Emitter-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 10\text{ mA}$ , $I_C = 0$ )	$V_{(BR)EBO}$	6.0 6.0 6.0	∅ ∅ ∅	∅ ∅ ∅	V
Collector Cutoff Current ( $V_{CE} = 70\text{ V}$ , $V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 50\text{ V}$ , $V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 35\text{ V}$ , $V_{BE} = 0$ ) ( $V_{CE} = 30\text{ V}$ , $T_A = 125^\circ\text{C}$ )	$I_{CES}$	∅ ∅ ∅ ∅	0.2 0.2 0.2 ∅	15 15 15 4.0	∅A   $\mu\text{A}$

REV 1

Motorola, Inc. 1996



BC546...B BC547, A, B, C BC548, A, B, C

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
<b>ON CHARACTERISTICS</b>					
DC Current Gain ( $I_C = 10\ \mu\text{A}$ , $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$ )	BC547A/548A	$\emptyset$	90	$\emptyset$	$\emptyset$
	BC548B/547B/548B	$\emptyset$	150	$\emptyset$	$\emptyset$
	BC548C	$\emptyset$	270	$\emptyset$	$\emptyset$
(IC = 2.0 mA, VCE = 5.0 V)	BC546	110	$\emptyset$	450	$\emptyset$
	BC547	110	$\emptyset$	800	$\emptyset$
	BC548	110	$\emptyset$	800	$\emptyset$
	BC547A/548A	110	180	220	$\emptyset$
	BC548B/547B/548B	200	290	450	$\emptyset$
(IC = 100 mA, VCE = 5.0 V)	BC547C/BC548C	420	520	800	$\emptyset$
	BC547A/548A	$\emptyset$	120	$\emptyset$	$\emptyset$
Collector-Emitter Saturation Voltage (IC = 10 mA, IB = 0.5 mA)	$V_{CE(sat)}$	$\emptyset$	0.09	0.25	V
		$\emptyset$	0.2	0.6	
		$\emptyset$	0.3	0.6	
Base-Emitter Saturation Voltage (IC = 10 mA, IB = 0.5 mA)	$V_{BE(sat)}$	$\emptyset$	0.7	$\emptyset$	V
		$\emptyset$			
Base-Emitter On Voltage (IC = 2.0 mA, VCE = 5.0 V)	$V_{BE(on)}$	0.55	$\emptyset$	0.7	V
		$\emptyset$	$\emptyset$	0.77	

**SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS**

Current Gain $\emptyset$ Bandwidth Product (IC = 10 mA, VCE = 5.0 V, f = 100 MHz)	$\beta$	BC546	150	300	$\emptyset$	MHz
		BC547	150	300	$\emptyset$	
		BC548	150	300	$\emptyset$	
Output Capacitance (VCB = 10 V, IC = 0, f = 1.0 MHz)	$C_{ob}$	$\emptyset$	1.7	4.5	$\emptyset$	pF
Input Capacitance (VEB = 0.5 V, IC = 0, f = 1.0 MHz)	$C_{ib}$	$\emptyset$	10	$\emptyset$	$\emptyset$	pF
Small-Signal Current Gain (IC = 2.0 mA, VCE = 5.0 V, f = 1.0 kHz)	$h_{fe}$	BC546	125	$\emptyset$	500	$\emptyset$
		BC547/548	125	$\emptyset$	900	$\emptyset$
		BC547A/548A	125	220	280	$\emptyset$
		BC548B/547B/548B	240	330	500	$\emptyset$
		BC547C/548C	450	600	900	$\emptyset$
Noise Figure (IC = 0.2 mA, VCE = 5.0 V, RS = 2 k $\Omega$ , f = 1.0 kHz, $\Delta f = 200\ \text{Hz}$ )	NF	BC546	$\emptyset$	2.0	10	dB
		BC547	$\emptyset$	2.0	10	
		BC548	$\emptyset$	2.0	10	
		$\emptyset$				

Note 1: IB is value for which IC = 11 mA at VCE = 1.0 V.

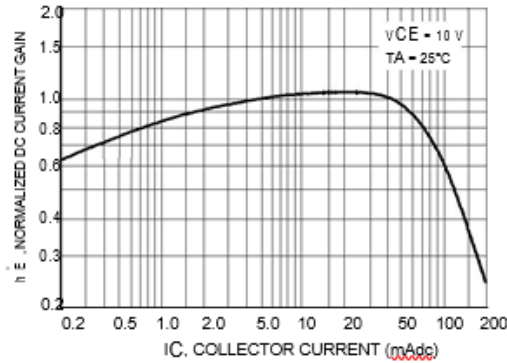


Figure 1. Normalized DC Current Gain

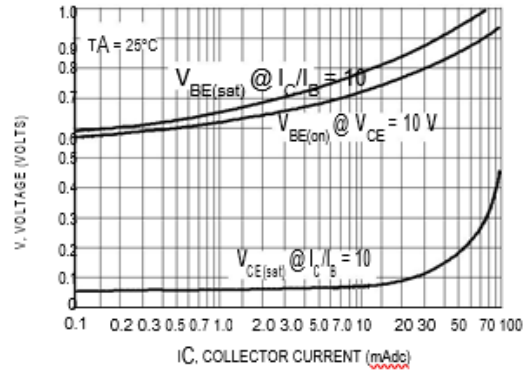


Figure 2. Saturation and On Voltages

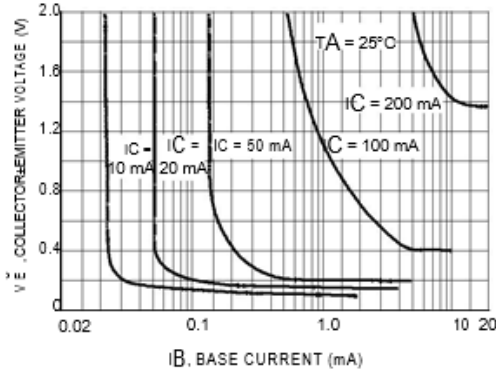


Figure 3. Collector Saturation Region

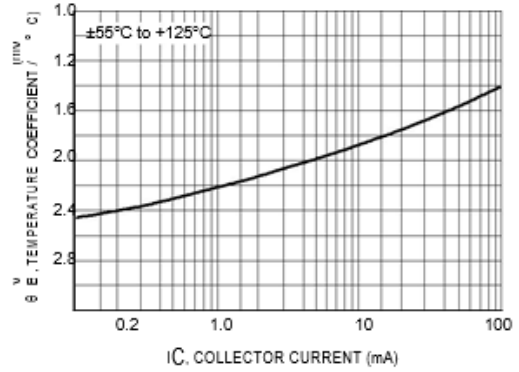


Figure 4. Base-Emitter Temperature Coefficient

BC547/BC548

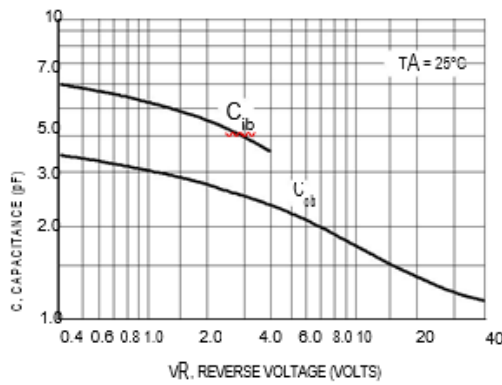


Figure 5. Capacitances

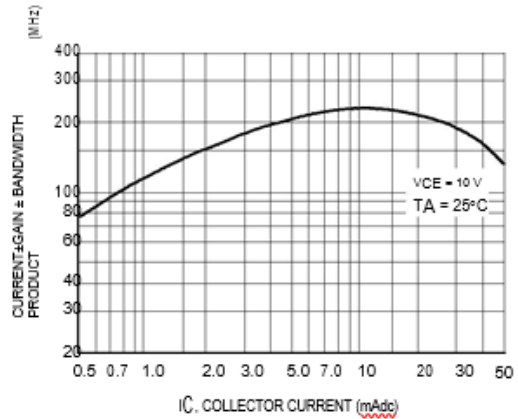


Figure 6. Current Gain ± Bandwidth Product

BC547/BC548

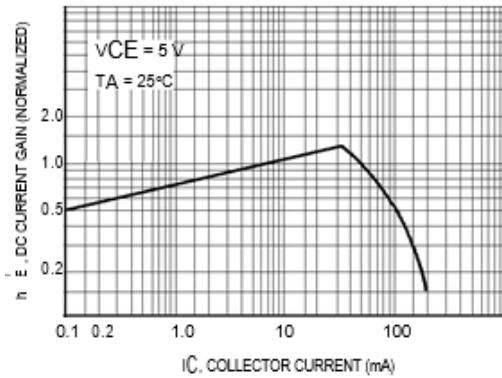


Figure 7. DC Current Gain

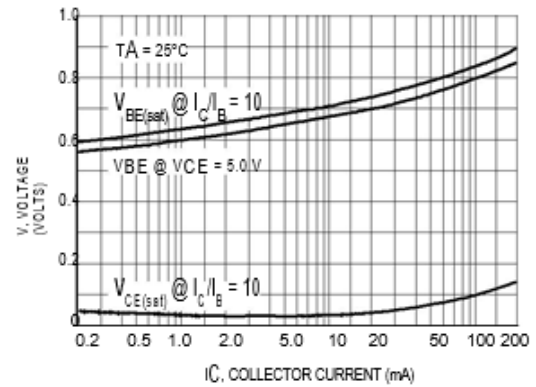


Figure 8. VBE Voltage

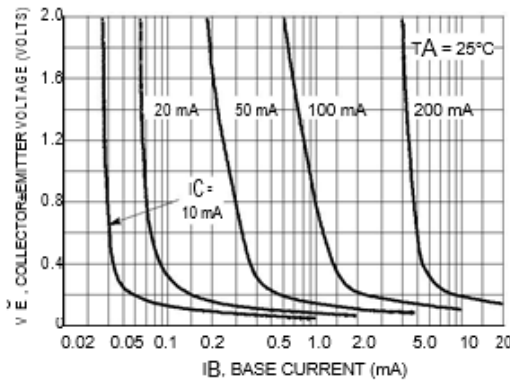


Figure 9. Collector Saturation Region

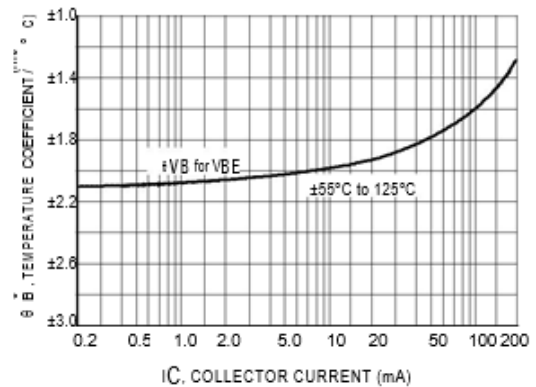


Figure 10. Base-Emitter Temperature Coefficient

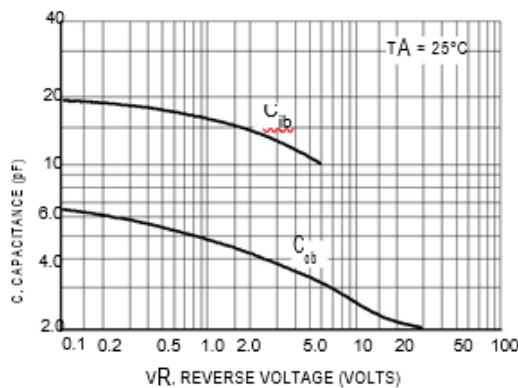


Figure 11. Capacitance

BC546

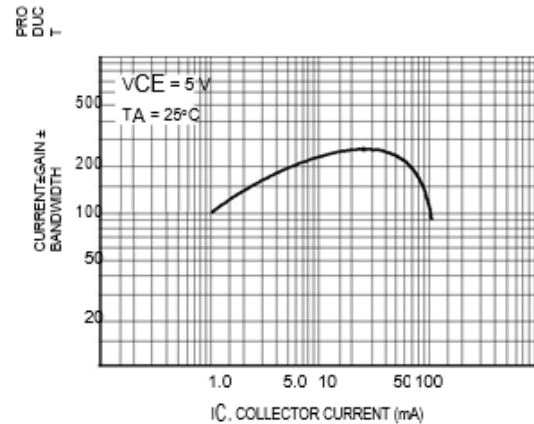
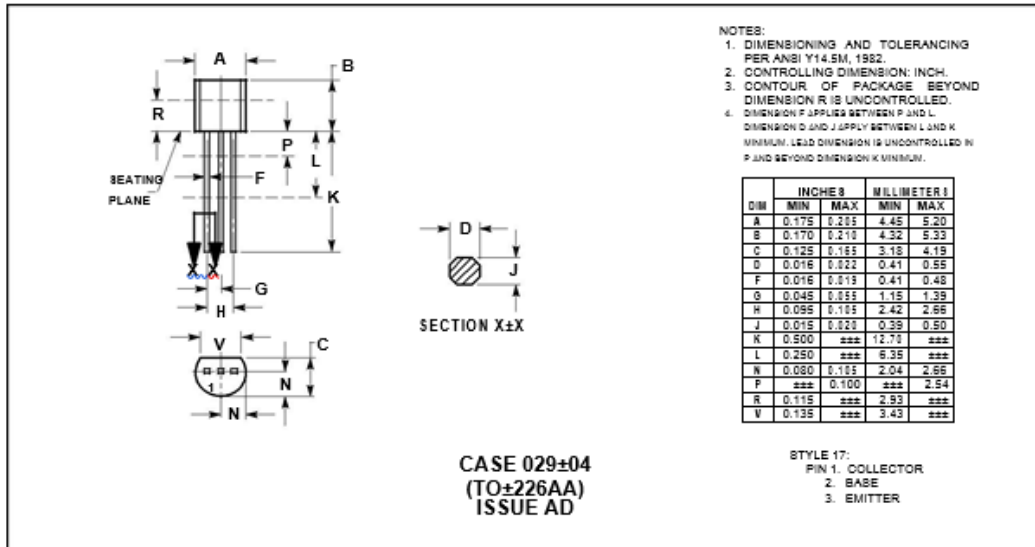



Figure 12. Current Gain ± Bandwidth Product

## PACKAGE DIMENSIONS



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. \*Typical\* parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including \*Typical\* must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**How to reach us:**

USA/EUROPE: Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1±800±441±2447

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; ~~Tatsumi-SPD-JLDC, Toshikatsu Otsuki~~  
~~6F Seibu-Butsu-Ju-Center, 3±14±2 Tatsumi-Kocho~~, Tokyo 135, Japan. 03±3521±8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com ± TOUCHTONE (602) 244±6609  
INTERNET: <http://Design±NET.com>

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852±26629296



**\*BC546/D\***

## Lampiran 7. Datasheet Modul MT3608



**AEROSEMI**

# MT3608

## High Efficiency 1.2MHz 2A Step Up Converter

### FEATURES

- Integrated 80mΩ Power MOSFET
- 2V to 24V Input Voltage
- 1.2MHz Fixed Switching Frequency
- Internal 4A Switch Current Limit
- Adjustable Output Voltage
- Internal Compensation
- Up to 28V Output Voltage
- Automatic Pulse Frequency Modulation Mode at Light Loads
- up to 97% Efficiency
- Available in a 6-Pin SOT23-6 Package

### APPLICATIONS

- Battery-Powered Equipment
- Set-Top Boxed
- LCD Bias Supply
- DSL and Cable Modems and Routers
- Networking cards powered from PCI or PCI express slots

### GENERAL DESCRIPTION

The MT3608 is a constant frequency, 6-pin SOT23 current mode step-up converter intended for small, low power applications. The MT3608 switches at 1.2MHz and allows the use of tiny, low cost capacitors and inductors 2mm or less in height. Internal soft-start results in small inrush current and extends battery life.

The MT3608 features automatic shifting to pulse frequency modulation mode at light loads. The MT3608 includes under-voltage lockout, current limiting, and thermal overload protection to prevent damage in the event of an output overload. The MT3608 is available in a small 6-pin SOT-23 package.

### TYPICAL APPLICATION

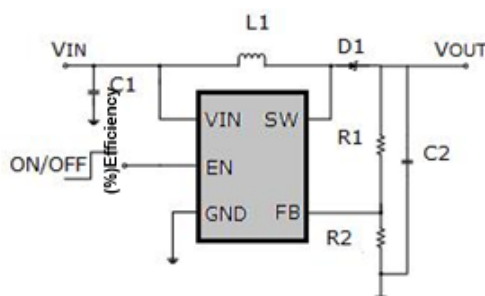


Figure 1. Basic Application Circuit

### Efficiency

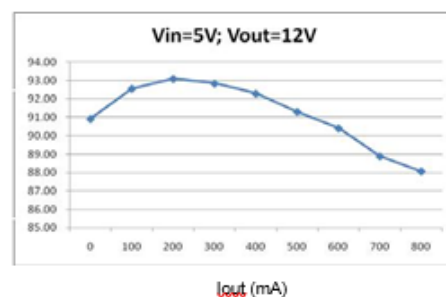
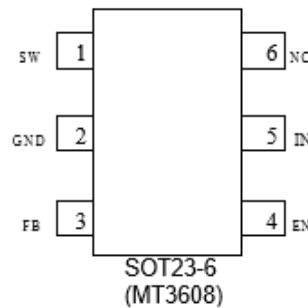


Figure 2. Efficiency Curve

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS**

IN, EN voltages ..... -0.3V to 26V	SW Voltage ..... -0.3V to 30V
Operating Temperature..... -40°C to +85°C	Storage Temperature Range -65°C to 150°C
FB Voltages ..... -0.3V to 6V	Peak SW Sink and Source Current ..... 4A
Junction Temperature ..... 160°C	Lead Temperature (Soldering, 10s) ...+300°C

**PACKAGE/ORDER INFORMATION**



**PIN DESCRIPTION**

PIN	NAME	FUNCTION
1	SW	Power Switch Output. SW is the drain of the internal MOSFET switch. Connect the power inductor and output rectifier to SW. SW can swing between GND and 28V.
2	GND	Ground Pin
3	FB	Feedback Input. The FB voltage is 0.6V. Connect a resistor divider to FB.
4	EN	Regulator On/Off Control Input. A high input at EN turns on the converter, and a low input turns it off. When not used, connect EN to the input supply for automatic startup.
5	IN	Input Supply Pin. Must be locally bypassed.
6	NC	NC

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN}=V_{EN}=5V$ ,  $T_A = 25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)

Parameter	Conditions	MIN	TYP	MAX	unit
Operating Input Voltage		2		24	V
Under Voltage Lockout				1.98	V
Under Voltage Lockout Hysteresis			100		mV
Current (Shutdown)	$V_{EN}= 0V$		0.1	1	$\mu A$
Quiescent Current (PFM)	$V_{FB}=0.7V$ , No switch		100	200	$\mu A$
Quiescent Current (PWM)	$V_{FB}=0.5V$ , switch		1.6	2.2	mA
Switching Frequency			1.2		MHz
Maximum Duty Cycle	$V_{FB} = 0V$	90			%
EN Input High Voltage		1.5			V
EN Input Low Voltage				0.4	V
FB Voltage		0.588	0.6	0.612	V
FB Input Bias Current	$V_{FB} = 0.6V$	-50	-10		$\mu A$
SW On Resistance (1)			80	150	$m\Omega$
SW Current Limit (1)	$V_{IN} = 5V$ , Duty cycle=50%		4		A
SW Leakage	$V_{SW} = 20V$			1	$\mu A$
Thermal Shutdown			155		$^{\circ}C$

**Note:**

1) Guaranteed by design, not tested.

## OPERATION

The MT3608 uses a fixed frequency, peak current mode boost regulator architecture to regulate voltage at the feedback pin. The operation of the MT3608 can be understood by referring to the block diagram of Figure 3. At the start of each oscillator cycle the MOSFET is turned on through the control circuitry. To prevent sub-harmonic oscillations at duty cycles greater than 50 percent, a stabilizing ramp is added to the output of the current sense amplifier and the result is fed into the negative input of the PWM comparator. When this voltage equals

The output voltage of the error amplifier the power MOSFET is turned off. The voltage at the output of the error amplifier is an amplified version of the difference between the 0.6V bandgap reference voltage and the feedback voltage. In this way, the peak current level keeps the output in regulation. If the feedback voltage starts to drop, the output of the error amplifier increases. These results in more current to flow through the power MOSFET, thus increasing the power delivered to the output. The MT3608 has internal soft start to limit the amount of input current at startup and to also limit the amount of overshoot on the output.

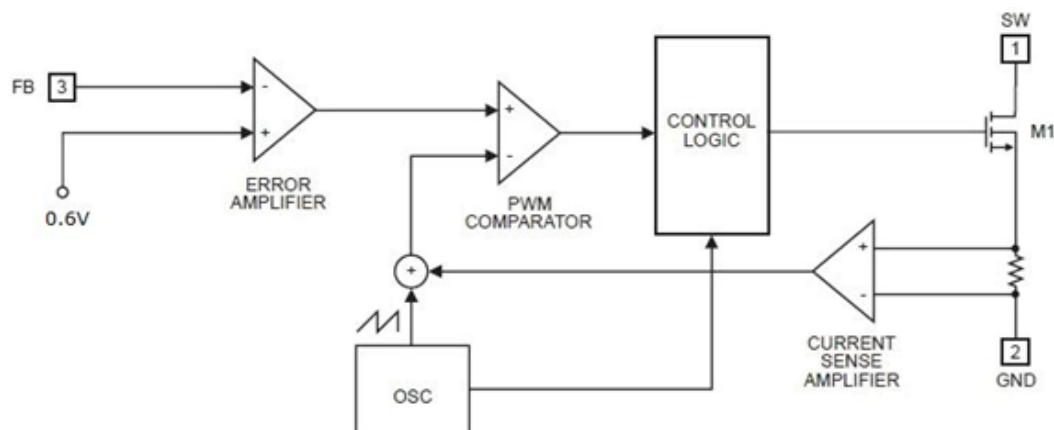
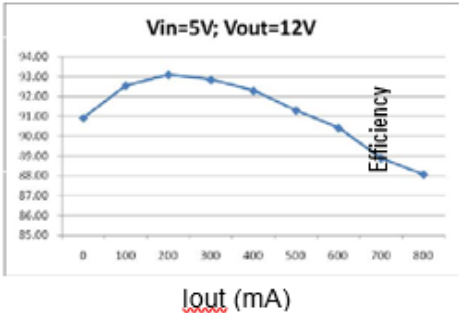


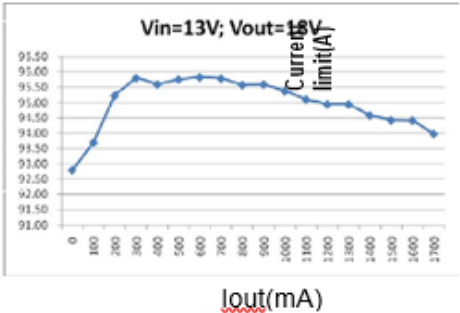
Figure 3. Functional Block Diagram

TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS

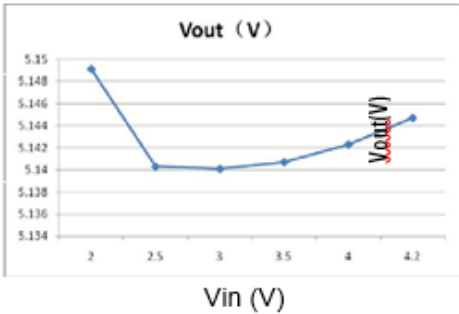
Efficiency Curve



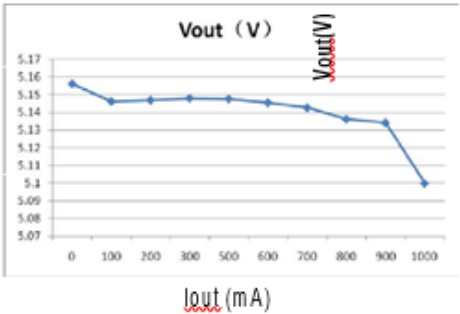
Efficiency Curve



line Regulation



Load regulation



## APPLICATION INFORMATION

### Setting the Output Voltage

The internal reference  $V_{REF}$  is 0.6V (Typical). The output voltage is divided by a resistor divider,  $R_1$  and  $R_2$  to the FB pin. The output voltage is given by

$$V_{OUT} = V_{REF} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

### Inductor Selection

The recommended values of inductor are 4.7 to 22 $\mu$ H. Small size and better efficiency are the major concerns for portable device, such as MT3608 used for mobile phone. The inductor should have low core loss at 1.2MHz and low DCR for better efficiency. To avoid inductor saturation current rating should be considered.

### Capacitor Selection

Input and output ceramic capacitors of 22 $\mu$ F are recommended for MT3608 applications. For better voltage filtering, ceramic capacitors with low ESR are recommended. X5R and X7R types are suitable because of their wider voltage and temperature ranges.

### Diode Selection

Schottky diode is a good choice for MT3608 because of its low forward voltage drop and fast reverse recovery. Using Schottky diode can get better efficiency. The high speed rectification is also a good characteristic of Schottky diode for high switching frequency. Current rating of the diode must meet the root mean square of the peak current and output average current multiplication as following:

$$I_D (RMS) \approx \sqrt{I_{OUT} \times I_{PEAK}}$$

The diode's reverse breakdown voltage should be larger than the output voltage.

### Layout Consideration

For best performance of the MT3608, the following guidelines must be strictly followed.

- Input and Output capacitors should be placed close to the IC and connected to ground plane to reduce noise coupling.
- The GND should be connected to a strong ground plane for heat sinking and noise protection.
- Keep the main current traces as possible as short and wide.
- SW node of DC-DC converter is with high frequency voltage swing. It should be kept at a small area.
- Place the feedback components as close as possible to the IC and keep away from the noisy devices.

**PACKAGE DESCRIPTION**

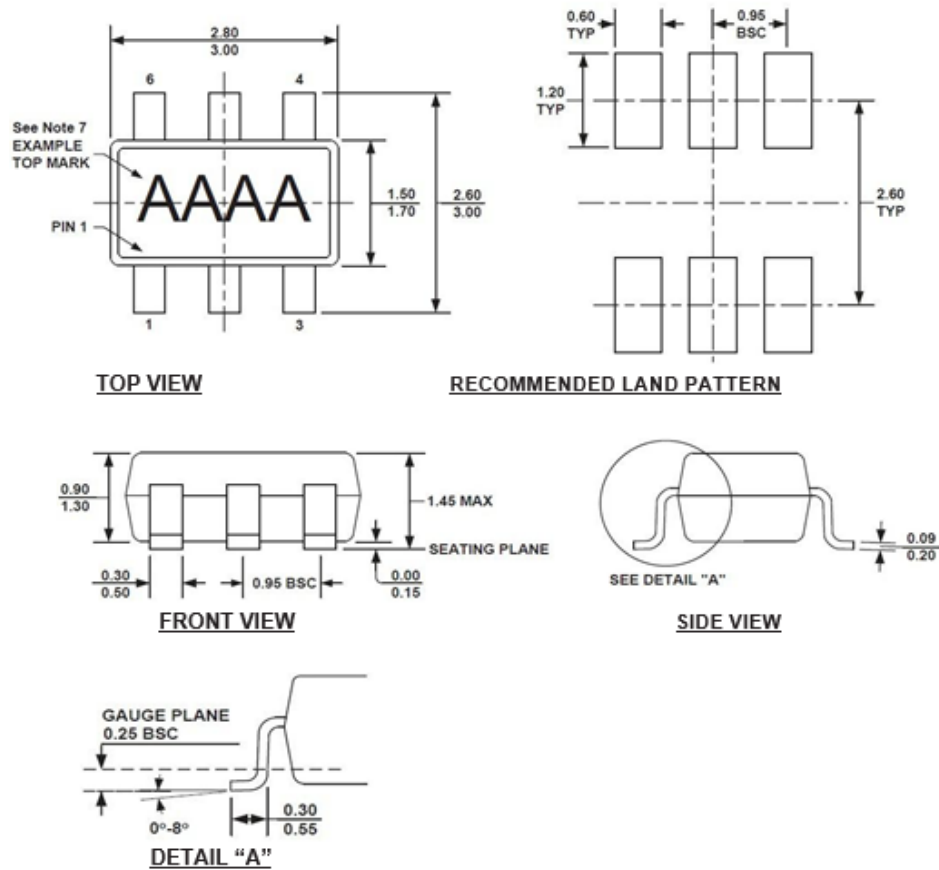


Figure 4. TSOT23-6/SOT23-6 Physical Dimensions

**NOTE:**

- 1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- 2) PACKAGE LENGTH DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH PROTRUSION OR GATE BURR.
- 3) PACKAGE WIDTH DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION.
- 4) LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
- 5) DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO-193, VARIATION AB.
- 6) DRAWING IS NOT TO SCALE.
- 7) PIN 1 IS LOWER LEFT PIN WHEN READING TOP MARK FROM LEFT TO RIGHT, (SEE EXAMPLE TOP MARK)

MT3608/V1.0

**Xi'an Aerosemi Technology Co., Ltd**  
 Tel: 029-88868021    0755-82879616    021-51905952  
 Fax: 029-88445284    0755-82877171    021-51905952  
 Http:// [www.aerosemi.com](http://www.aerosemi.com)  
 E-mail: [sales@aerosemi.com](mailto:sales@aerosemi.com)