PERANCANGAN *BLIND SPOT SENSOR* DENGAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *WIRELESS NETWORK*

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar

Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

RIZKY RYAN RADITYA

115060900111006

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

MALANG

2015

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN *BLIND SPOT SENSOR* DENGAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *WIRELESS NETWORK*

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

RIZKY RYAN RADITYA

NIM. 115060900111006

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Wijaya Kurniawan, S.T, M.T	**Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom**
NIK. 820125 16 1 1 0418	**NIP. 196504021990021001**

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN *BLIND SPOT SENSOR* DENGAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *WIRELESS NETWORK*

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

RIZKY RYAN RADITYA

NIM. 115060900111006

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

tanggal 16 Juni 2015

Penguji I	Penguji II
Barlian Henryranu P, S.T, M.T	**M. Hannats Hanafi l., S.ST, M.T**
NIK. 821024 06 1 1 0254	**NIK. 201405 881229 1 1 001**

Penguji III

Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs

NIP. 198410152014041002

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Informatika

Drs. Marji, M.T.

NIP. 19670801 199203 1 001

PERNYATAAN

ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 16 Juni 2015

Mahasiswa,

Rizky Ryan Raditya

NIM. 115060900111006

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan YME, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Perancangan *Blind Spot* Sensor Dengan Sensor Ultrasonik untuk Kendaraan Bermotor Berbasis *Wireless Network***".

Skripsi ini merupakan tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua yang selalu menjadi motivasi dan pemberi semangat belajar, serta terima kasih atas doa dan kasih sayang yang selalu diberikan di setiap langkah dalam mencapai cita-cita.
2. Bapak Ir. Sutrisno, M.T, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
3. Drs. Marji, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Adharul Mutaqqin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Universitas Brawijaya Malang.
5. Bapak Wijaya Kurniawan, S.T, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dalam pembuatan proposal skripsi ini.
6. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran-saran yang sangat berguna dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
7. Bapak Barlian Henryranu, S.T, M.T selaku Kepala Laboratorium Sistem Komputer dan Robotika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya
8. Aninditya Nugroho, S.T (Mas Didit) selaku laboran Kepala Laboratorium Sistem Komputer dan Robotika Fakultas Ilmu Komputer Universitas

Brawijaya yang selalu membantu & menyediakan alat-alat skripsi untuk penulis.

9. Segenap dosen dan staff serta pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya atas segenap ilmu pengetahuan dan perhatian yang diberikan.
10. Kakak tercinta Fika Wulan Mardikasari, S.E yang sudah memberi motivasi, doa dan semangat dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
11. Wulansari Puspo Sudibyo, S.AP yang telah memberikan dukungan serta semangat dan selalu mendampingi dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
12. Andri, Bagus, Yoga, Pamungkas, Acid, Eriko, Fahri, Iqbal, Angga, Robi yang telah banyak membantu dalam mengerjakan skripsi ini sampai selesai.
13. Seluruh teman-teman angkatan 2011 dan pihak yang telah membantu yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Demi kesempurnaan skripsi ini, saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga karya skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, Juni 2015

Penulis

ABSTRAK

Rizky Ryan Raditya.2015. Perancangan *Blind Spot Sensor* Dengan Sensor Ultrasonik untuk Kendaraan Bermotor Berbasis *Wireless Network*.

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, Malang.

Dosen Pembimbing: Wijaya Kurniawan, S.T, M.T. dan

Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom.

Pengemudi mobil sering kali mengalami kesulitan untuk dalam mengemudikan kendaraan. Penyebabnya adalah pengemudi tidak mengetahui kondisi di sekitar kendaraan karena keterbatasan pandangan. Pengemudi juga tidak boleh memposisikan mobilnya terlalu dekat dengan kendaraan di sekitarnya. Untuk memperkecil resiko terjadinya kecelakaan saat mengemudi mobil, serta membantu memperkirakan jarak aman dan untuk membantu pengemudi jika ada mobil yang akan datang tetapi mobil itu tidak dapat terlihat karena berada di daerah *Blind Spot* pengemudi, dirancang sebuah *Blind Spot* sensor untuk mendeteksi objek di sekitar kendaraan dengan menggunakan sensor ultrasonik.

Metode yang digunakan dalam perancangan sistem peringatan datangnya objek pada *Blind Spot* pengendara mobil menggunakan sensor ultrasonik (Sensor HC-SR04) di mana di sensor tersebut terdapat pada *Microcontroller* sensor yang yang akan di integrasikan pada satu *Microcontroller* pusat secara nirkabel dengan menggunakan modul komunikasi NRF24L01. *Microcontroller* yang digunakan adalah Arduino Pro mini.

Dari analisis yang dilakukan, sistem memiliki respon yang baik dalam mendeteksi perubahan jarak dari objek yang bergerak karena memiliki delay 11,03 milidetik, sistem dapat melakukan komunikasi secara Wireless antara modul 1 atau client dan modul 2 atau server, sensor ultrasonik cukup efektif dalam pengukuran pada jarak 100cm – 250cm. Modul komunikasi NRF24L01 memiliki jangkauan komunikasi yang efektif pada jarak 100cm sampai dengan 600cm dan sistem akan efektif jika digunakan pada mobil, sistem memiliki tingkat keefektifan sistem sebesar 100%.

Kata kunci : *Blind Spot* sensor, Sensor Ultrasonik, Kendaraan Bermotor, *Wireless Network*

repository.ub.ac.id

ABSTRACT

Rizky Ryan Raditya.2015. ***Designing Blind Spot With Sensor Ultrasonic Sensor for Vehicle -Based Wireless Network***

Faculty of Computer Science,

University of Brawijaya, Malang.

Supervisor: Wijaya Kurniawan, S.T, M.T. *and* Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom.

Car drivers often experience difficulty in driving. The reason is the driver does not know the conditions around the vehicle because of the limitations of view. The driver also should not be positioned too close to the vehicle in the vicinity. To minimize the risk of an accident while driving a car, a safe distance should be estimate to help the driver when there is a car that will come but the car can't be seen as being in the driver's Blind Spot. It can be done by designed a Blind Spot sensors to detect objects around the vehicle with using ultrasonic sensors.

The method used in the design of object advent warning system on driver's Blind Spot using ultrasonic sensors (Sensor HC-SR04) where the sensor is located on the sensor Microcontroller which will be integrated in the center Microcontroller wirelessly using NRF24L01 communication module. The Microcontroller is used the Arduino Mini Pro.

From the analysis, the system has a good response in detecting changes in the distance of a moving object because it has a 11.03 millisecond delay, the system can perform wireless communication between the module 1 or client and module 2 or server, the ultrasonic sensor is quite effective in measuring the distance of 100cm - 250cm. NRF24L01 communication module has a range of effective communication at a distance of 100cm up to 600cm and the system will be effective if used in the car, the system has a system effectiveness rate of 100%.

***Keywords**: Blind Spot sensor, Ultrasonic Sensors, Vehicles, Wireless Network*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN ii

LEMBAR PENGESAHAN iii

ORISINALITAS SKRIPSI iv

KATA PENGANTAR v

ABSTRAK vii

ABSTRACT ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR GAMBAR xv

DAFTAR TABEL xix

DAFTAR LAMPIRAN xxii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 2
1.4. Manfaat Penelitian 3
1.5. Batasan Masalah 3
1.6. Sistematika Penulisan 4
1.7. *Timeline* Penelitian 5

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 6

2.1. Kajian Pustaka 6
2.2. Dasar Teori 7
2.2.1. Jaringan *WLAN* 8
2.2.1.1. Sejarah WLAN 9

2.2.1.2. Standarisasi Wireless LAN 9
2.2.2. *Arduino Pro Mini* 12
2.2.3. NRF24L01 13
2.2.4. Sensor HC-SR04 17
2.2.5. LED (*Light Emitting Diode*) 19
2.2.6. *Arduino* IDE 20
2.2.7. Pengukuran Range Area Sensor Ping))) 24
2.2.8. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan 27
2.2.9. Pengukuran Jarak Antar Kendaraan 31
2.2.10. PL-2303 USB *to Serial* RS232 *Bridge Controller* 34
2.2.11. *Blind Spot* pada kendaraan 41
2.2.12. MICRO BUZZER 5V DC / 20mA PCB TYPE – SEALED 45

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 46

3.1. Studi Literatur 47
3.2. Penyusunan Dasar Teori 47
3.3. Analisa dan Perancangan 48
3.3.1. Kebutuhan Perangkat Keras 49
3.3.2. Kebutuhan Perangkat Lunak 49
3.4. Desain Sistem 49
3.5. Implementasi Sistem 50
3.6. Pengujian 50
3.7. Analisis Hasil 51
3.8. Kesimpulan 51
3.9. Penulisan Laporan 51

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI 52

4.1. Perancangan 52
4.1.1. Analisis Kebutuhan 52
4.1.2. Diagram Blok Perancangan Sistem 52
4.1.3. Perancangan Perangkat Keras 53

4.1.4. Perancangan Perangkat Lunak 57
4.1.5. Perancangan Paket data 60
4.1.6. Perancangan Algoritma Mengirim Data.....61
4.1.7.Perancangan Algoritma Menerima Data 61
4.1.8. Perancangan Uji Coba Sistem 62
4.1.8.1. Pengujian Mengenai Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya 63
4.1.8.2. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek yang sedang Bergerak 63
4.1.8.3. Pengujian Mengenai Tingkat *Reliability* Modul dan Komponen 65
4.1.8.4. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 65
4.1.8.5. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 66
4.1.8.6. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama.....67
4.1.8.7. Pengujian Keseluruhan Sistem 68
4.2. Implementasi Sistem 69
4.2.1. Spesifikasi Lingkungan Sistem 69
4.2.1.1. Spesifikasi Lingkungan Perangkat Keras 69
4.2.1.2. Spesifikasi Lingkungan Perangkat Lunak 72
4.2.2. Batasan – Batasan Implementasi 73
4.2.3. Implementasi Perangkat Keras 73
4.2.3.1. Implementasi PL-2303 USB *to* Serial RS232 *Bridge Controller*....73
4.2.3.2. Implementasi *Printed Circuit Board* (PCB) 76
4.2.4. Implementasi Pengukuran Jarak Aman Antar Kendaraan 82
4.2.5. Implementasi Perangkat Lunak 87
4.2.5.1. Program Pengukuran Jarak Sensor HC-SR04 87
4.2.5.2. Program Penerimaan Data 89
4.2.5.3. Program Pengiriman Data.....91
4.2.5.4. Program Pengolahan Hasil Bacaan Sensor Jarak 93
4.2.5.5. Program Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 97

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....101

5.1. Pengujian Mengenai Perbandingan Jarak Yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya 102
5.1.1. Tujuan Pengujian 102
5.1.2. Prosedur Pengujian 102
5.1.3. Pelaksanaan Pengujian 103
5.1.4. Hasil Pengujian 103
5.1.5. Analisis Pengujian 104
5.2. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak 105
5.2.1. Tujuan Pengujian 105
5.2.2. Prosedur Pengujian 106
5.2.3. Pelaksanaan Pengujian 106
5.2.4. Hasil Pengujian 109
5.2.5. Analisis Pengujian 112
5.3. Pengujian Mengenai Tingkat *Reliability* Modul Dan Komponen 114
5.3.1. Tujuan Pengujian 114
5.3.2. Prosedur Pengujian 114
5.3.3. Pelaksanaan Pengujian 115
5.3.4. Hasil Pengujian 116
5.3.5. Analisis Pengujian 117
5.4. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 117
5.4.1. Tujuan Pengujian 117
5.4.2. Prosedur Pengujian 118
5.4.3. Pelaksanaan Pengujian 118
5.4.4. Hasil Pengujian 119
5.4.5. Analisis Pengujian 120
5.5. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 121
5.5.1. Tujuan Pengujian 121
5.5.2. Prosedur Pengujian 122
5.5.3. Pelaksanaan Pengujian 122
5.5.4. Hasil Pengujian 124
5.5.5. Analisis Pengujian 126

5.6. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama 128
5.6.1. Tujuan Pengujian 128
5.6.2. Prosedur Pengujian 128
5.6.3. Pelaksanaan Pengujian 129
5.6.4. Hasil Pengujian 131
5.6.5. Analisis Pengujian 133
5.7. Pengujian Keseluruhan Sistem 134
5.7.1. Tujuan Pengujian 134
5.7.2. Prosedur Pengujian 134
5.7.3. Pelaksanaan Pengujian 134
5.7.4. Hasil Pengujian 135
5.7.5. Analisis Pengujian 137

BAB VI PENUTUP 139

6.1. Kesimpulan 139
6.2. Saran 140

DAFTAR PUSTAKA 141

LAMPIRAN 144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Topologi Star 11

Gambar 2.2. *Board Arduino Pro Mini* 12

Gambar 2.3. Sirkuit modul NRF24L01 14

Gambar 2.4. Sensor HC-SR04 17

Gambar 2.5. LED 19

Gambar 2.6. *Mount Hole* LED. 19

Gambar 2.7. Tampilan *Aduino* IDE. 21

Gambar 2.8. *Toolbar Aduino* IDE 22

Gambar 2.9. Hasil pengukuran *range* area vertikal sensor Ping 25

Gambar 2.10. Hasil pengukuran *range* area horizontal sensor Ping 25

Gambar 2.11. SSOP 28 *Package* (*Top View*) 35

Gambar 2.12. Diagram Blok PL-2303 USB *to* Serial RS232 *Bridge Controller* ..36

Gambar 2.13. *Outline* Diagram 40

Gambar 2.14. *Blind Spot* pada mobil 41

Gambar 2.15. Pandangan kaca spion mobil 42

Gambar 2.16. Sepeda motor yang terjepit mobil 43

Gambar 2.17. Area *Blind Spot* kendaraan 44

Gambar 2.18. Area *Blind Spot* kendaraan 44

Gambar 2.19. MICRO BUZZER 5V 45

Gambar 3.1. *Flowchart* Metode Penelitian 46

Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan 49

Gambar 4.1. Diagram Blok Perancangan Sistem Tiap Mobil 52

Gambar 4.2. *Prototype* Sistem dalam skala 1 : 10 53

Gambar 4.3. *Prototype* rencana pemasangan sensor.....54

Gambar 4.4. Diagram Skematik *Arduino Pro Mini* 55

Gambar 4.5. Diagram Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04 56

Gambar 4.6. Diagram Skematik Modul Komunikasi NRF24L01 57

Gambar 4.7. Diagram Alir program pengolahan sensor jarak 58

Gambar 4.8. Perancangan Pengiriman Data 61

Gambar 4.9. Perancangan Penerimaan Data.....62

Gambar 4.10. Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya 63

Gambar 4.11. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak.....64

Gambar 4.12. Diagram alir komunikasi.....66

Gambar 4.13. *Soldering* pada pin DTR_N 74

Gambar 4.14. Pembungkusan dengan menggunakan *Tube Heat Wrap*.....75

Gambar 4.15. Penyambungan antara PL-2303 USB *to* Serial RS232 *Bridge Controller* dan *Arduino Pro Mini* 76

Gambar 4.16. Skematik Rangkaian Sistem.....77

Gambar 4.17. *Printed Circuit Board* Sistem.....77

Gambar 4.18. Pencetakan dan *Soldering* Komponen Sistem (*Top View*).....79

Gambar 4.19. Pencetakan dan *Soldering* Komponen Sistem (*Back View*).....79

Gambar 4.20. Pemasangan Komponen Sistem (*Top View*) 80

Gambar 4.21. Pemasangan Komponen Sistem (*Back View*).....81

Gambar 4.22. Pemasangan Komponen Sistem (*Side View*).....81

Gambar 4.23. Simpang Soekarno-Hatta.....82

Gambar 4.24. Data Geometri Dari Simpang Soekarno-Hatta.....83

Gambar 4.25. Rambu lalu lintas 40 km.....86

Gambar 5.1. Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya.....103

Gambar 5.2. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak (*Node* Pusat) 107

Gambar 5.3. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak (*Node* Sensor) 107

Gambar 5.4. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Sepeda Motor Yang Sedang Bergerak.....108

Gambar 5.5. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Manusia Yang Sedang Bergerak 108

Gambar 5.6. Hasil *Serial Monitor* Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Sepeda Motor Pada jarak 100cm.....109

Gambar 5.7. Hasil *Serial Monitor* Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Sepeda Motor Pada jarak 200cm.....110

Gambar 5.8. Hasil *Serial Monitor* Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Manusia.....110

Gambar 5.9. Pengujian Mengenai Tingkat *Reliability* Modul Dan Komponen (Memasang baterai).....115

Gambar 5.10. Pengujian Mengenai Tingkat *Reliability* Modul Dan Komponen (Melepas baterai) 116

Gambar 5.11. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01.....118

Gambar 5.12. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 *Server* 119

Gambar 5.13. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 *Client*.....119

Gambar 5.14. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 *Server* 123

Gambar 5.15. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 *Client*.....123

Gambar 5.16. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 Paket Terkirim.....124

Gambar 5.17. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 Paket Terkirim Tetapi Setelah Itu RTO.....124

Gambar 5.18. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 Paket Sempat Terkirim di Antara RTO 125

Gambar 5.19. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama. 129

Gambar 5.20. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama 130

Gambar 5.21. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama 130

Gambar 5.22. Hasil Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama 131

Gambar 5.23. Pelaksanaan Pengujian Keseluruhan Sistem 134

Gambar 5.24. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem (Jarak kanan dan kiri sama).....135

Gambar 5.25. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem (Jarak kanan lebih kecil dari kiri) 135

Gambar 5.26. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem 136

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.Timeline Penelitian 5

Tabel 2.1. Karakteristik Topologi Star.....12

Tabel 2.2 *Spesifikasi Arduino Pro Mini* 13

Tabel 2.3. *Electric parameter* sensor HC-SR04 18

Tabel 2.4. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Tol 27

Tabel 2.5. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Arteri Primer.....28

Tabel 2.6. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Kolektor Primer 29

Tabel 2.7. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Lokal Sekunder.....29

Tabel 2.8. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Persimpangan dengan APILL 30

Tabel 2.9. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Persimpangan Prioritas “STOP” 30

Tabel 2.10. Ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.....34

Tabel 2.11. *Device Configuration Register* 37

Tabel 2.12. *Absolute Maximum Ratings* 38

Tabel 2.13. DC *Characteristics* 38

Tabel 2.14. *Temperature Characteristics* 39

Tabel 2.15. USB *Transceiver Characteristics*.....39

Tabel 2.16. *Clock Characteristics*.....39

Tabel 2.17. *Package Dimensions* (28-Pin SSOP).....40

Tabel 4.1. Rancangan Paket Data 60

Tabel 4.2. Keterangan Paket Data.....60

Tabel 4.3. Contoh Tabel Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya.....63

Tabel 4.4. Contoh Tabel Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Sepeda Motor.....64

Tabel 4.5. Contoh Tabel Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Manusia 64

Tabel 4.6. Contoh Tabel Pengujian *Reliability* modul dan komponen 65

Tabel 4.7. Contoh Tabel Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 ..67

Tabel 4.8. Contoh Tabel Pengujian pengujian mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama.....68

Tabel 4.9. Contoh Tabel Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Sepeda Motor Bergerak Bersama.....68

Tabel 4.10. Contoh Tabel pengujian keseluruhan sistem 69

Tabel 4.11. Spesifikasi lingkungan perangkat keras.....70

Tabel 4.12. Spesifikasi lingkungan perangkat lunak 72

Tabel 4.13. Komponen sistem *Blind Spot* Sensor.....78

Tabel 4.14 Penentuan Volume Jam Puncak.....84

Tabel 4.15. Referensi / Arus Stabil Simpang Soekarno-Hatta.....85

Tabel 4.16. Implementasi Program Pengukuran Jarak Sensor HC-SR04.....87

Tabel 4.17. Implementasi Program Penerimaan Data.....89

Tabel 4.18. Implementasi Program Pengiriman Data 91

Tabel 4.19. Implementasi Program Pengolahan Hasil Bacaan Sensor Jarak.....93

Tabel 4.20. Implementasi Program Pengujian Komunikasi Data *Client* 97

Tabel 4.21. Implementasi Program Pengujian Komunikasi Data *Server*.....98

Tabel 5.1. Tabel Hasil Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya.....104

Tabel 5.2. Tabel Analisis Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya.....104

Tabel 5.3. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Sepeda Motor 111

Tabel 5.4. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Manusia 111

Tabel 5.5. Tabel Analisis Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Sepeda Motor.....112

Tabel 5.6. Tabel Analisis Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Manusia 113

Tabel 5.7. Tabel Hasil Pengujian *Reliability* modul dan komponen.....116

Tabel 5.8. Tabel Hasil Pengujian Komunikasi Data NRF24L01.....120

Tabel 5.9. Tabel Analisis Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 120

Tabel 5.10. Tabel Hasil Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 125

Tabel 5.11. Tabel Analisisi Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 126

Tabel 5.12. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Manusia Bergerak Bersama.....132

Tabel 5.13. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Sepeda Motor Bergerak Bersama.....132

Tabel 5.14. Tabel Analisis Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Manusia Bergerak Bersama.....133

Tabel 5.15. Tabel pengujian keseluruhan sistem 136

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Simpang MT.Haryono-Soekarno Hatta.....144

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rancangan mobil masa depan telah dikembangkan pada saat ini yaitu berupa *Intelligent Transportation Systems* di mana mobil yang awalnya hanya berfungsi untuk alat transportasi, kini dirancang untuk bisa menjadi lebih aman bagi penggunanya.

Implementasi dari system elektronik terhadap konstruksi dari kendaraan modern berdasarkan beberapa perbedaan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan dan kenyamanan berkendara. Sistem elektronik modern dapat menyediakan kontrol tertentu dari dari sistem kendaraan dan pengemudi dapat berkonsentrasi kepada situasi lalu - lintas.

Berdasarkan penelitian BPS Indonesia menunjukan bahwa banyaknya kecelakaan kendaraan untuk tahun 2011 sebesar 108.696 dengan besar kerugian sebesar 217.435 juta rupiah. Angka tersebut meningkat mencapai 117.949 pada tahun 2012 dan itu adalah nilai terbesar selama tahun 1992 sampai dengan 2013. Pada tahun 2013 angka kecelakaan sebesar 100.106 dengan nilai kerugian 255.864 juta rupiah. [BPS-011]

Untuk memperkecil risiko terjadinya kecelakaan saat mengemudi mobil, pengemudi tidak boleh memposisikan mobilnya terlalu dekat dengan kendaraan di sekitarnya. Pengemudi harus dapat memperkirakan jarak aman antar kendaraan. Untuk membantu memperkirakan jarak aman serta untuk membantu pengemudi jika ada mobil yang akan datang tetapi mobil itu tidak dapat terlihat karena berada di daerah *Blind Spot* pengemudi, dibuat sebuah sensor untuk mendeteksi objek di sekitar kendaraan.

Pada penelitian ini akan melakukan perancangan sistem peringatan datangnya objek pada *Blind Spot* pengendara mobil yang menggunakan sensor ultrasonik (Sensor HC-SR04) di mana di sensor tersebut terdapat *Microcontroller* yang akan di integrasikan pada satu *Microcontroller* pusat secara nirkabel dengan menggunakan modul komunikasi NRF24L01.

Komunikasi antar *Node* sensor dengan *Node* pusat dilakukan secara nirkabel bertujuan untuk memudahkan dalam instalasi sistem pada kendaraan. Hal tersebut dilakukan apabila saat instalasi pada kendaraan tidak perlu melakukan pemasangan serta perancangan kabel pada kendaraan dan merubah arsitektur kendaraan. Komunikasi secara nirkabel juga dapat mempermudah saat akan dilakukan instalasi pada jenis kendaraan yang berbeda jenis maupun arsitekturnya. Komunikasi data secara nirkabel juga dapat mempersingkat waktu instalasi, mudah saat akan menambahkan *Node* sensor pada kendaraan dan fleksibel pada penempatan posisi *Node* sensor pada kendaraan.

Komunikasi antar *Microcontroller* yang terdapat pada *Node* sensor dengan *Microcontroller* pusat dapat dilakukan secara nirkabel dengan menggunakan modul komunikasi NRF24L01. Sensor ultrasonik dapat melakukan deteksi jarak dengan tepat. Selain itu sensor ultrasonik juga dapat mendeteksi objek yang bergerak. Modul dan komponen pada sistem ini memiliki tingkat *Reliability* yang baik saat diberi tegangan dan diputus berulang kali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana respon sensor ultrasonik dalam mendeteksi perubahan jarak dari obyek yang bergerak?
2. Bagaimana membangun komunikasi antar *Microcontroller* yang terdapat pada *Node* sensor dengan *Microcontroller* pusat secara nirkabel?

1.3 Tujuan Penelitian

Melakukan implementasi dari *Wireless Network* dengan merancang sistem *Blind Spot* sensor dengan menggunakan sensor ultrasonik yang berkomunikasi secara nirkabel bagi pengendara kendaraan bermotor untuk meningkatkan keamanan berkendara.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk berbagai pihak. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bagi Penulis :

1. Sistem ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu metode antar sensor di dalam kendaraan untuk berkomunikasi.
2. Dapat membantu meningkatkan kenyamanan berkendara bagi pengendara kendaraan bermotor dan pengendara dapat lebih fokus terhadap lalu – lintas.
3. Dapat membantu mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan keamanan berkendara.

Bagi Pembaca :

1. Mengetahui cara membuat sistem *Blind Spot* sensor pada kendaraan.
2. Mengetahui salah satu metode untuk mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan keamanan berkendara.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak melebar dari latar belakang dan terfokus, maka diberikan batasan masalah, yaitu:

1. Menggunakan *Microcontroller Arduino Promini*.
2. Menggunakan modul sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor jarak.
3. LED dan *Buzzer* sebagai *User Interface*.
4. Pemrograman dengan menggunakan bahasa C.
5. Modul komunikasi yang digunakan NRF24L01.
6. Perancangan dan pembuatan sensor di gunakan untuk mobil.
7. Perancangan di lakukan pada *Prototype* dan simulasi.
8. Kecepatan kendaraan pada saat melakukan pengujian di batasi 40 km/jam.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skematik pembahasan dan penyusunan laporan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab I Pendahuluan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat dari "Perancangan *Blind Spot* Sensor Dengan Sensor Ultrasonik untuk Kendaraan Bermotor Berbasis *Wireless Network* untuk Meningkatkan Keselamatan Berkendara". Bab I Pendahuluan menjadi dasar dari keseluruhan perancangan sistem

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini dijelaskan beberapa penelitian yang pernah ada yang memilik bahasan dan tujuan yang hampir sama dengan "Perancangan *Blind Spot* Sensor Dengan Sensor Ultrasonik untuk Kendaraan Bermotor Berbasis *Wireless Network* untuk Meningkatkan Keselamatan Berkendara*"*.

BAB III METODE PENELITIAN

Membahas metode yang digunakan dalam penelitian yang terdiri dari studi literatur, perancangan, implementasi, pengujian dan analisis, serta pengambilan kesimpulan dan saran.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Membahas analisis kebutuhan dan perancangan untuk pengujian jarak dan *Reliability Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik yang menggunakan metode komunikasi secara nirkabel serta implementasi dari *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik yang menggunakan metode komunikasi secara nirkabel.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Memuat proses dan hasil pengujian terhadap metode yang telah direalisasikan.

BAB VI PENUTUP

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari pembahasan rumusan masalah yang ada berdasarkan analisis dan pengujian yang telah dilakukan dalam proses penelitian "Perancangan *Blind Spot* Sensor Dengan Sensor Ultrasonik untuk Kendaraan Bermotor Berbasis *Wireless Network* untuk Meningkatkan Keselamatan Berkendara*"*.

1.7 *Timeline* Penelitian

Berikut Timeline pengerjaan penelitian :

Tabel 1.1*Timeline* Penelitian

No	PROSES KEGIATAN :	BULAN DAN MINGGU KE:																			
		Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV				Bulan V			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur																				
2	Penyusunan dasar teori																				
3	Analisa dan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak																				
4	Implementasi perangkat keras dan perangkat lunak																				
5	Pengujian perangkat keras dan perangkat lunak																				
6	Penulisan laporan penelitian																				

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Rancangan mobil masa depan telah dikembangkan pada saat ini yaitu berupa *Intelligent Transportation Systems* dimana mobil yang awalnya hanya berfungsi untuk alat transportasi, kini dirancang untuk bisa menjadi alat komunikasi Mobile.

Penelitian yang berjudul "Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler". Sistem akan menampilkan jarak antara objek dan kendaraan pada layar LCD. Alat yang mendeteksi jarak ini dikendalikan sepenuhnya oleh sebuah mikrokontroler AT89S52 dengan sebuah sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak pada suatu sisi beserta komponen-komponen penunjangnya.

Detektor jarak adalah sistem yang di buat menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi benda-benda di sekitar kendaraan dan mikrokontroler AT89S52 sebagai prosesor. Sebuah sensor ultrasonik akan mendeteksi benda di sekitar mobil. Pemancar sensor akan mengirimkan gelombang ultrasonik. Jika gelombang ultrasonik memantul kembali ke penerima, berarti ada objek di sekitar mobil. Mikrokontroler akan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menerima gelombang ultrasonik dan menentukan jarak antara objek dan mobil. Jarak dapat dibaca dari Liquid Crystal Display (LCD) atau Light Emitting Diode (LED) panel yang dipasang di depan pengemudi mobil. Setelah dirakit dan diuji, perangkat ini bekerja dengan baik. Perangkat ini dapat mendeteksi objek hingga jarak 2 meter dari sensor. Penyimpangan antara jarak yang sebenarnya dan yang dihitung berkisar antara 0,82% sampai 34,40%. semakin lama jarak, yang lebih kecil deviasi. [PAN-08].

Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Susanto, Rudi dkk. Penelitian yang dilakukan dengan membuat sistem yang dapat mempermudah pengemudi memarkir mobil, yaitu dengan menggunakan sensor parkir ultrasonik. Metode yang dipakai dalam perancangan sensor parkir ini adalah memanfaatkan

sensor ultrasonik untuk mendeteksi dan mengukur jarak mobil dan penghalang dengan menggunakan *Microcontroller* AT89S52 sebagai pengendali utama sistem. Dari analisis pengujian yang dilakukan, menghasilkan hasil di mana sensor ultrasonik cukup efektif dalam pengukuran pada jarak 2 cm – 30 m. [SKS-07].

Pada penelitian ini akan di gunakan *Arduino Pro Mini* sebagai *Microcontroller*. Menurut Djuandi, Feri. Salah satu yang membuat Arduino banyak di gunakan adalah karena sifatnya yang *Open Source*, baik untuk hardware maupun software-nya. Diagram rangkaian elektronik Arduino juga digratiskan kepada semua orang. Kita bisa bebas men-download gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para pembuat Arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di-download dan diinstal pada komputer secara gratis. [DJU-011].

Penggunaan *Wireless Network (WN)* pada sistem ini agar dapat mempermudah perawatan dari sensor, selain itu agar sistem dapat langsung dapat di gunakan dan bersifat *Plug and Play*. Penggunaan WN juga dapat membuat sistem dapat di gunakan pada beragam jenis kendaraan. Jadi tidak hanya pada kendaraan tertentu saja. WN juga bersifat praktis, sensor dapat bersifat *Mobile* dan *Low Cost*.

Pada *Microcontroller* sistem ini juga akan di gunakan *Arduino Pro Mini*. Penggunaan Arduino dikarenakan bersifat *Low Cost*, Arduino juga dapat di gunakan untuk lintas platform, Arduino sendiri sangat mudah dipelajari dan digunakan. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk menulis program di dalam Arduino adalah Processing, di mana adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sangat mirip dengan C++ dan Java, sehingga pengguna yang sudah terbiasa dengan kedua bahasa tersebut tidak akan menemui kesulitan dengan Processing. Dan yang terakhir bersifat *Open Source*, baik dari sisi hardware maupun software-nya.

2.2 Dasar Teori

Berdasarkan beberapa informasi yang didapat dari beberapa kajian pustaka, maka dalam dari “Perancangan Sistem Komunikasi Antar Sensor Jarak di

Dalam Kendaraan Berbasis *Wireless Network*" terdapat beberapa dasar teori, antara lain:

2.2.1. Jaringan WLAN

Jaringan WLAN adalah suatu jaringan area lokal nirkabel yang menggunakan gelombang radio sebagai media trasmisi. WLAN menggunakan algoritma CSMA (Carrier Sense Multiple Access) dengan mekanisme CA (Collision Avoidance). WLAN atau Wireless Area Network merupakan salah satu jaringan computer bersifat lokal yang memanfaatkan gelombang radio sebagai media trasnmisi data (Sofana, 2008). WLAN juga dapat didefinisikan sebagai sebuah sistem komunikasi data fleksibel yang dapat digunakan untuk menggantikan atau menambah jaringan LAN yang sudah ada untuk memberikan tambahan fungsi dalam konsep jaringan komputer pada umumnya (Hantoro, 2009). Prinsip dasar pada jaringan wireless LAN pada dasarnya sama saja dengan jaringan yang menggunakan ethernet card, perbedaan yang utama adalah pada media transmisinya yaitu melalui udara. Sedangkan pada jaringan ethernet card menggunakan media transmisi melalui kabel. Di dalam Konfigurasi wireless LAN pada umumnya, alat transmitter/receiver (transceiver) disebut access point, terhubung pada wired network dari lokasi yang tetap menggunakan pengkabelan yang standar. Minimum, Acces point menerima, buffer, dan mentransmisikan data antara wireless LAN dan wired network. Single access point dapat mensupport group pemakai yang kecil dan dapat berfungsi dalam radius lebih kecil seratus atau beberapa ratus feet. Antena access point biasanya ditempatkan pada tempat yang tinggi atau dimana saja selama dapat meng cover sinyal radio. User mengakses wireless LAN melalui wireless LAN adapters, seperti PC Card didalam notebook atau palmtop, atau card di komputer desktop atau integrated di dalam hand-held computer. Wireless LAN adapter menyediakan interface antara Client Network Operating System (NOS) dan airwave melalui antena.

2.2.1.1. Sejarah WLAN

Pada akhir 1970-an IBM mengeluarkan hasil percobaan mereka dalam merancang WLAN dengan teknologi IR, perusahaan lain seperti *Hewlett-Packard* (HP) menguji WLAN dengan RF. Kedua perusahaan tersebut hanya mencapai *data rate* 100 Kbps. Karena tidak memenuhi standar IEEE 802 untuk LAN yaitu 1 Mbps maka produknya tidak dipasarkan. Baru pada tahun 1985, *Federal Communication Commission* (FCC) menetapkan pita *Industrial, Scientific and Medical* (ISM band) yaitu 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz dan 5725-5850 MHz yang bersifat tidak terlisensi, sehingga pengembangan WLAN secara komersial memasuki tahapan serius. Barulah pada tahun 1990 WLAN dapat dipasarkan dengan produk yang menggunakan teknik *spread spectrum* (SS) pada pita ISM, frekuensi terlisensi 18-19 GHz dan teknologi IR dengan *data rate* $\geq$1 Mbps.

Pasar yang menjadi targetnya adalah pabrik, kantor-kantor yang mengalami kesulitan dalam pengkabelan (seperti kantor dengan interior marmer dll), laboraturium, tempat-tempat yang bersifat sementara (seperti ruang kuliah, rapat, konfrensi dll) dan kampus. Perkiraan sementara yang dihasilkan menunjukkan bahwa kira-kira 5-15 % pasar LAN akan dikuasi oleh WLAN.

2.2.1.2. Standarisasi Wireless LAN

Institute of Electrical Electronic Engineers (IEEE) merupakan sebuah organisasi yang mengeluarkan standarisasi untuk mengatur komunikasi data melalui wireless. Secara umum standarisasi yang berlaku antara lain :

1. IEEE 802.11
2. IEEE 802.11b
3. IEEE 802.11a
4. IEEE 802.11g

Jaringan komputer dibagi atas lima jenis, yaitu;

1. **Local Area Network (LAN),** merupakan jaringan internal di dalam sebuah gedung atau kampus. LAN seringkali digunakan untuk

menghubungkan komputer-komputer pribadi dan workstation dalam kantor suatu organisasi, perusahaan atau pabrik-pabrik untuk memakai bersama sumberdaya (misalnya printer, media penyimpanan/*storage*) dan saling bertukar informasi.

2. **Metropolitan Area Network (MAN),** merupakan versi LAN yang dengan area yang lebih luas dan biasanya menggunakan teknologi yang sama dengan LAN. MAN dapat mencakup kantor-kantor perusahaan yang letaknya berdekatan atau juga sebuah kota dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan pribadi (swasta) atau umum. MAN mampu menunjang data dan suara, bahkan dapat berhubungan dengan jaringan televisi kabel.
3. **Wide Area Network (WAN),** jangkauannya mencakup daerah geografis yang luas, seringkali mencakup sebuah negara bahkan benua. WAN terdiri dari kumpulan mesin-mesin yang bertujuan untuk menjalankan program-program (aplikasi) pemakai.
4. **Internet.** Orang yang terhubung ke jaringan sering berharap untuk bisa berkomunikasi dengan orang lain yang terhubung ke jaringan lainnya. Keinginan seperti ini memerlukan hubungan antar jaringan yang seringkali tidak kompatibel dan berbeda. Kumpulan jaringan yang saling terhubung (terinterkoneksi) inilah yang disebut dengan internet.
5. **Jaringan Tanpa Kabel,** atau lebih dikenal dengan *wireless* merupakan suatu solusi terhadap komunikasi yang tidak bisa dilakukan dengan jaringan yang menggunakan kabel. Jaringan Memilih T 1040 topologi Jaringan dan Hardware tanpa kabel lebih leluasa bergerak (*mobile*) dalam melakukan aktifitas komunikasi. [SAD-07]

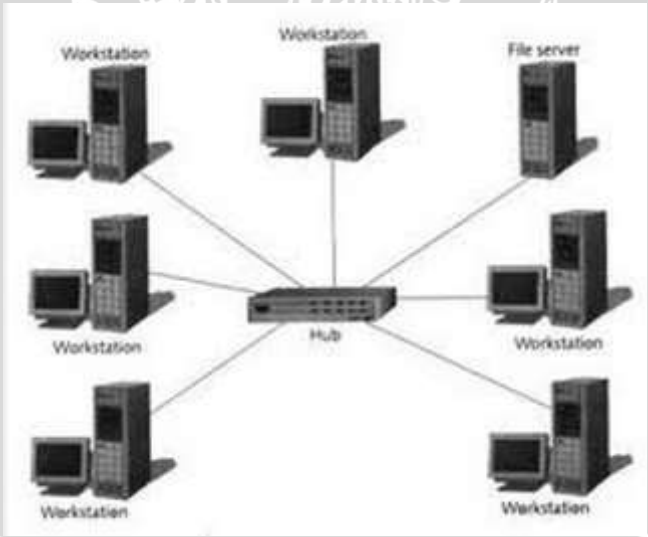
Topologi yang digunakan pada sistem ini adalah topologi jaringan STAR. Topologi ini merupakan kontrol terpusat, semua link harus melewati pusat yang menyalurkan data tersebut kesemua simpul atau client yang dipilihnya. Simpul pusat dinamakan stasiun primer atau server dan lainnya dinamakan stasiun sekunder atau client server. Setelah hubungan jaringan dimulai oleh server maka setiap client server sewaktu-waktu dapat menggunakan hubungan jaringan tersebut

tanpa menunggu perintah dari server. Karakteristik topologi ring seperti disajikan pada Tabel 2.1.

Tiap simpul pada masing-masing terminal terhubung ke *file server* tunggal terpusat, dengan menggunakan segmen kabel sendiri.

Kelebihan topologi star adalah untuk mengubah dan menambah komputer ke dalam jaringan tidak akan mengganggu aktivitas jaringan yang sedang berlangsung dan jika terdapat salah satu kabel yang menuju host putus, tidak akan mempengaruhi jaringan pada keseluruhan, hanya kabel yang putus saja yang tidak dapat digunakan dan kemudahan mendeteksi kerusakan dan kesalahan pada jaringan.

Kelemahan topologi ini adalah jika konsentrator rusak, semua komputer komputer dalam jaringan tidak dapt berfungsi dan bila pengeiriman data secara bersamaan, dapat terjadi *collision* data.



Gambar 2.1. Topologi Star

Sumber : [SAD-07]

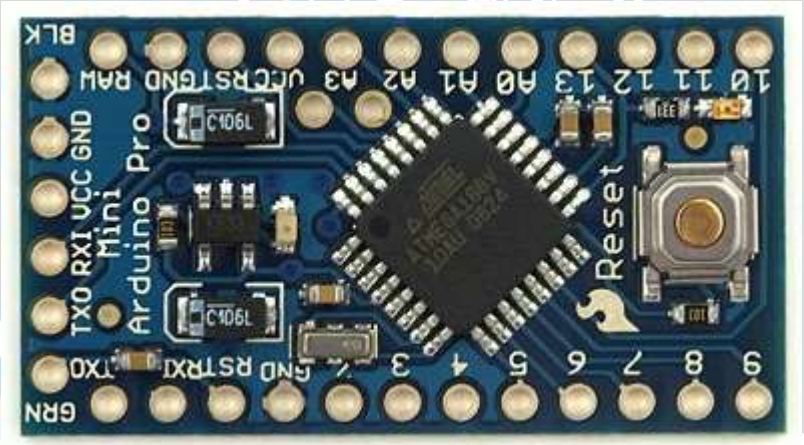
Tabel 2.1 Karakteristik Topologi Star

Keuntungan	Kerugian
• Paling fleksibel • Pemasangan/perubahan stasiun sangat mudah dan tidak mengganggu bagian jaringan lain • Kontrol terpusat • Kemudahan deteksi dan isolasi kesalahan/kerusakan • Kemudahaan pengelolaan jaringan	• Boros kabel • Perlu penanganan khusus • Kontrol terpusat (HUB/Switch) jadi elemen kritis

Sumber : [SAD-07]

2.2.2 *Arduino Pro Mini*

Arduino Pro Mini adalah board berbasis mikrokontroler Atmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 8 pin analog, 16 Mhz osilator Kristal serta tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. *Arduino Pro Mini* dapat digunakan untuk *upload* menggunakan FTDI, USB to TTL dan USBasp.



Gambar 2.2. *Board Arduino Pro Mini*
Sumber : [ARD-14]

Arduino Pro Mini memiliki fitur – fitur seperti dibawah ini:

1. Serial : Pin yang digunakan untuk komunikasi Serial adalah Pin 0 sebagai TX dan pin 1 sebagai RX

2. I2C : pin yang digunakan untuk komunikasi I2C adalah pin SDA(A4) dan SDL (A5).
3. Pin Analog : *Arduino Pro Mini* memiliki 6 pin analog yaitu A0, A1, A2, A3, A4, dan A5.
4. Pin Digital : ArduinoPro mini memiliki 14 pin digital yaitu pin 0 sampai pin 13.
5. SPI : Pin yang digunakan adalah **10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).**
6. PWM : *Arduino Pro Mini* sudah memiliki fitur PWM yaitu menggunakan pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 dengan format 8 bit.
7. Interrupts external : pin yang digunakan adalah pin 2 dan pin 3. [ARD-14]

Spesifikasi *Arduino Pro Mini* dapat dilihat ditabel sebagai berikut:

Tabel 2.2 Spesifikasi *Arduino Pro Mini*

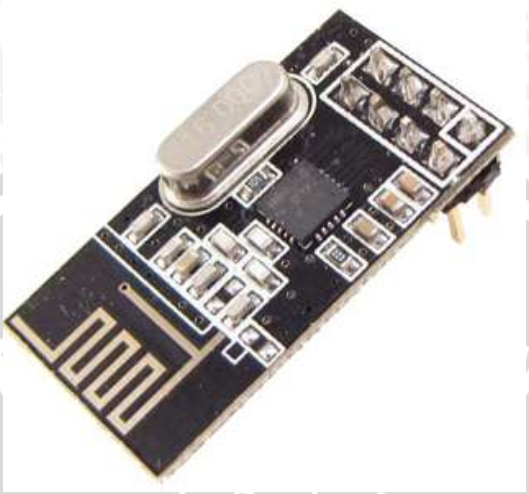
Microcontroller	Atmega328
Operating Voltage	5V (depending on model)
Input Voltage	5 - 12 V (5V model)
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Clock Speed	16 MHz (5V model)

Sumber : [ARD-14]

2.2.3 NRF24L01

NRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh dengan single-chip RF-transceiver yang ditujukan untuk aplikasi pada gelombang 2.4 GHz ISM

band. Modul NRF24L01 menggunakan antar muka SPI (Serial Pheripheral Interface) untuk komunikasi dengan tegangan kerja 5V DC.



Gambar 2.3. Sirkuit modul NRF24L01
Sumber : [ANS-07]

Spesifikasi pada modul nrf24L01

a. Worldwide 2.4GHz ISM band operation
b. Jangkauan data di udara yaitu 250kbps, 1Mbps and 2Mbps
c. Ultra low power operation
d. 11.3Ma TX at 0dBm output power
e. 13.5Ma RX at 2Mbps air data rate
f. Power turun pada 900Na
g. 26Ma in standby-I
h. On chip voltage regulator
i. 1.9 to 3.6V supply *Range*
j. Enhanced ShockBurst™
k. Automatic packet handling
l. Auto packet transaction handling
m. 6 data pipe MultiCeiver™
n. Drop-in compatibility with Nrf24L01
o. On-air compatible in 250kbps dan 1Mbps dengan Nrf2401A, Nrf2402, Nrf24E1 dan Nrf24E2

p. Low cost BOM
q. ±60ppm 16MHz crystal
r. 5V tolerant inputs
s. Compact 20-pin 4x4mm QFN package

Implementasi Modul nrf24L01

a. Wireless PC Peripherals
b. Mouse, keyboards dan remot
c. 3-in-1 desktop bundles
d. Advanced Media center remote controls
e. VoIP headsets
f. Pengontrol game
g. Sports watches and sensors
h. Remot kontrol RF untuk pengguna elektronika
i. Rumah dan automasi komersil
j. Jaringan sensor daya rendah
k. Active RFID
l. Asset tracking sistems

Fitur-fitur pada modul NRF24L01

Radio:

a. Worldwide 2.4GHz ISM band operation
b. 126 RF channels
c. Common RX and TX interface
d. GFSK modulasi
e. 250kbps, 1 and 2Mbps air data rate
f. 1MHz non-overlapping channel spacing at 1Mbps
g. 2MHz non-overlapping channel spacing at 2Mbps

Transmitter:

a. Programmable output power: 0, -6, -12 or -18dBm
b. 11.3Ma at 0dBm output power

Receiver:

a. Fast AGC for improved dynamic *Range*
b. Integrated channel filters
c. 13.5Ma at 2Mbps
d. -82dBm sensitivity at 2Mbps
e. -85dBm sensitivity at 1Mbps
f. -94dBm sensitivity at 250kbps

RF Synthesizer:

a. Fully integrated synthesizer
b. No external loop filer, VCO varactor diode or resonator
c. Accepts low cost ±60ppm 16MHz crystal

Enhanced ShockBurst™:

a. 1 to 32 bytes dynamic payload length
b. Automatic packet handling
c. Auto packet transaction handling
d. 6 data pipe MultiCeiver™ untuk 1:6 jaringan star

Power Management:

a. Integrated voltage regulator
b. to 3.6V supply *Range*
c. Idle modes with fast start-up times for advanced power management
d. 26Ma Standby-I mode, 900Na power down mode
e. Max 1.5ms start-up from power down mode
f. Max 130us start-up from standby-I mode

Host Interface:

a. 4-pin SPI
b. Maksimal 10Mbps
c. 32 bytes TX and RX FIFOs

d. 5V tolerant inputs
e. Compact 20-pin 4x4mm QFN package [ANS-07].

2.2.4 Sensor HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh *receiver* ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot.

Gambar 2.4. Sensor HC-SR04
Sumber : [DBC-15]

Komparasi

Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonic PING buatan parallax. Perbedaaannya terletak pada pin yang digunakan. HC-SR04 menggunakan 4 pin sedangkan PING buatan parallax menggunakan 3 pin. Pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan output diletakkan terpisah. Sedangkan jika menggunakan PING dari Parallax pin trigger dan output telah diset default menjadi satu jalur. Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengimplementasiannya.

Jangkauan jarak sensor lebih jauh dari PING buatan parllax, di mana jika ping buatan parallax hanya mempunyai jarak jangkauan maksimal 350 cm sedangkan sensor HC-SR04 mempunyai kisaran jangkauan maksimal 400-500cm.

Spesifikasi:

a. Jangkauan deteksi: 2cm sampai kisaran 400 -500cm

b. Sudut deteksi terbaik adalah 15 derajat

c. Tegangan kerja 5V DC

d. Resolusi 1cm

e. Frekuensi Ultrasonik 40 kHz

f. Dapat dihubungkan langsung ke kaki mikrokontroler

g. JIKA sinyal kembali, melalui High level, waktu durasi High Output IO adalah waktu dari pengiriman ultrasonik untuk kembali.

h. Uji jarak = (waktu High Level × kecepatan suara (340m / S) / 2. [DBC-15].

Tabel 2.3. *Electric parameter sensor* HC-SR04

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

Sumber : [DBC-15]

2.2.5. LED (Light Emitting Diode)

Gambar 2.5. LED
Sumber : [SUA-13]

Karakteristik Fisik:

Mount Hole

LED jenis ini kini diproduksi dengan berbagai ukuran diameter penampang, mulai dari 3 mm, 5 mm, 8 mm, hingga 10 mm.

Jumlah kaki yang ada pada LED ini biasanya 2 (dua), kaki anoda (+) dan katoda (-). Namun dalam perkembangannya ada jenis LED seperti ini yang mempunyai 3 (tiga) kaki, 2 (dua) kaki anoda (+) dan 1 (satu) kaki katoda (-). Hal ini karena LED tersebut dapat memancarkan 2 (dua) warna sinar.

Gambar 2.6. *Mount Hole* LED
Sumber : [SUA-13]

***Klasifikasi Tegangan**:*

Tegangan pada sebuah LED menurut warna yang dihasilkan

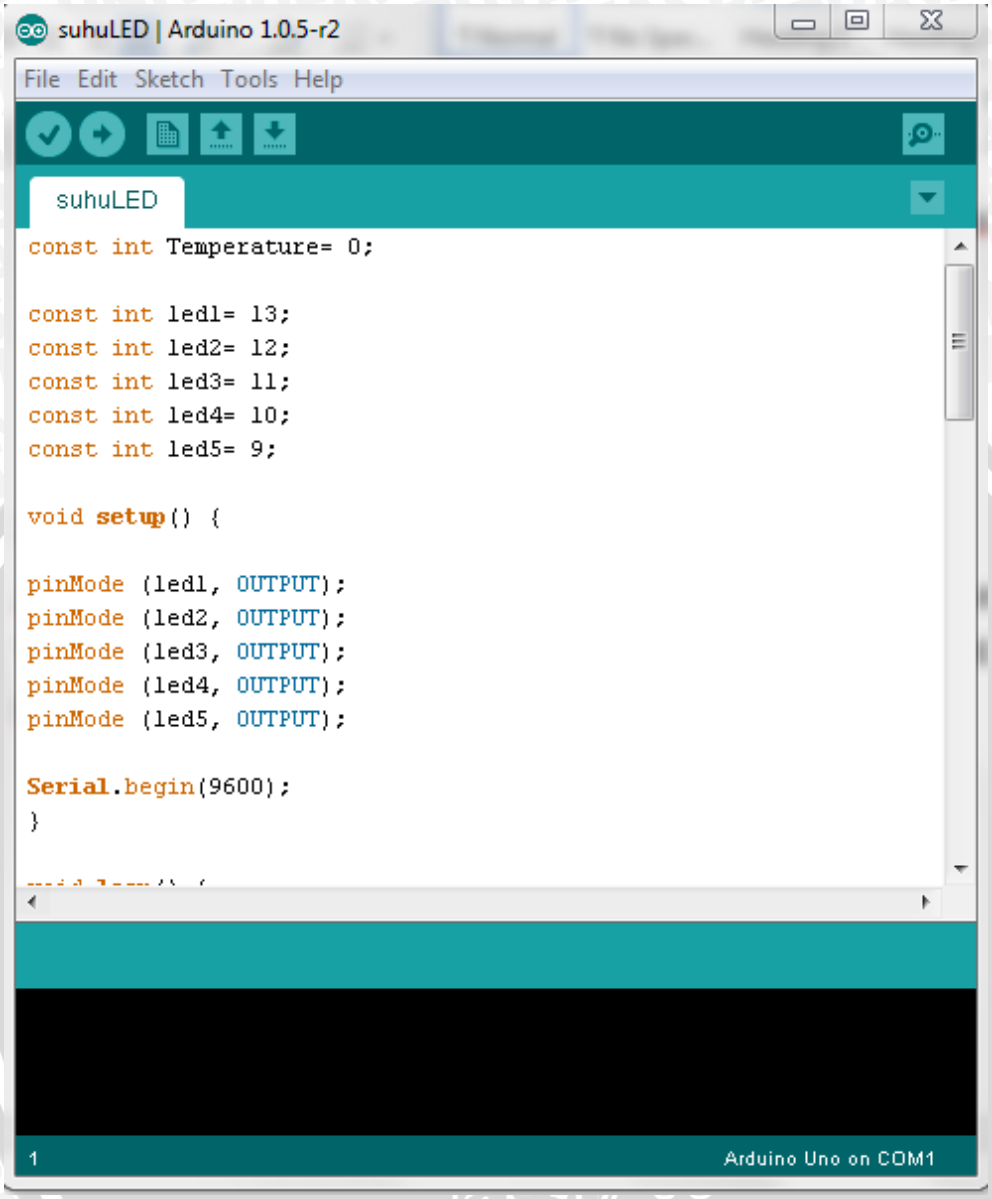
a. Infra merah : 1,6 V
b. Merah : 1,8 V – 2,1 V
c. Oranye : 2,2 V
d. Kuning : 2,4 V
e. Hijau : 2,6 V
f. Biru : 3,0 V – 3,5 V
g. Putih : 3,0 – 3,6 V
h. Ultraviolet : 3,5 V

***Keunggulan**:*

a. LED memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lampu lain, dimana LED lebih hemat energi 80 % sampai 90% dibandingkan lampu lain.
b. LED memilki waktu penggunaan yang lebih lama hingga mencapai 100 ribu jam.
c. LED memiliki tegangan operasi DC yang rendah.
d. Cahaya keluaran dari LED bersifat dingin (tidak ada sinar UV atau energi panas).
e. Ukurannya yang mini dan praktis
f. Tersedia dalam berbagai warna
g. Harga murah [SUA-13].

2.2.6. Arduino IDE

Jika Anda telah menggunakan IDE seperti Eclipse, Xcode, atau Microsoft Visual Studio sebelumnya, maka Arduino IDE lebih sederhana. Arduino IDE terdiri dari editor, compiler, loader, dan monitor serial.

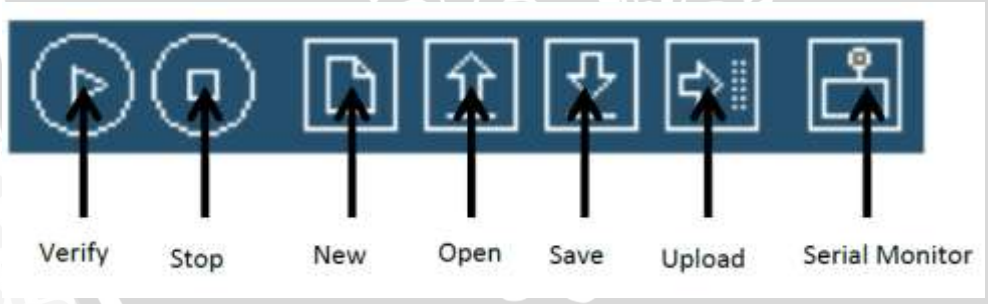


Gambar 2.7. Tampilan *Arduino* IDE
Sumber : [AMB-14]

IDE dari Arduino tidak memiliki fitur-fitur canggih seperti debugger atau code completion. Anda hanya dapat mengubah beberapa preferensi, dan sebagai aplikasi Java itu tidak sepenuhnya mengintegrasikan ke desktop Mac. Ini masih digunakan, meskipun, dan bahkan memiliki dukungan yang layak untuk manajemen proyek.

Pada Gambar 2.8., Anda dapat melihat toolbar IDE yang memberikan akses instan ke fungsi-fungsi yang penting :

a. Dengan tombol Verify, anda dapat mengkompilasi program yang saat ini di editor.
b. Tombol New menciptakan program baru dengan mengosongkan isi dari jendela editor saat ini. Sebelum hal itu terjadi, IDE memberikan Anda kesempatan untuk menyimpan semua perubahan yang belum disimpan.
c. Dengan Open, Anda dapat membuka program yang ada dari sistem file.
d. Tombol Save menyimpan program saat ini.
e. Ketika Anda mengklik tombol Upload, IDE mengkompilasi saat ini Program dan upload ke papan Arduino yang telah Anda pilih di IDE menu Tools> Serial Port. •Arduino dapat berkomunikasi dengan komputer melalui koneksi serial. Mengklik tombol Serial Monitor membuka jendela Serial Monitor yang memungkinkan Anda untuk melihat data yang dikirim oleh Arduino dan juga untuk mengirim data kembali.
f. Tombol Stop menghentikan Serial Monitor.



Gambar 2.8. *Toolbar Aduino* IDE
Sumber : [AMB-14]

Meskipun menggunakan IDE sangat mudah, Anda mungkin mengalami masalah. Dalam kasus tersebut, kita lihat menu Help. Menu Help menunjukkan banyak sumber daya yang berguna di website Arduino yang menyediakan solusi cepat tidak hanya untuk semua masalah khas tetapi juga untuk referensi materi dan tutorial.

Tipe-tipe Data dalam Arduino :

Setiap bagian dari data yang di simpan dalam program Arduino memiliki tipe datanya masing-masing. Tergantung pada kebutuhan, dengan menggunakantipe-tipe data berikut ini :

a. Tipe data boolean mengambil satu byte memori dan dapat bernilai benar atau salah.
b. Tipe data char mengambil satu byte nomor memori dan menyimpan dari -128 sampai 127. Angka-angka ini biasanya mewakili karakter yang dikodekan dalam ASCII.
c. Tipe data int (integer) membutuhkan dua byte memori, Anda dapat menggunakannya untuk menyimpan angka dari -32.768 ke 32.767. Unsigned int juga menghabiskan dua byte memori tetapi menyimpan angka dari 0 sampai 65.535.
d. Untuk angka yang lebih besar, gunakan tipe data long. Mengkonsumsi empat byte memori dan menyimpan nilai dari -2147483648 ke 2147483647. Unsigned long juga perlu empat byte tetapi menyimpan rentang nilai dari 0 sampai 4,294,967,295.
e. Tipe data float dan double adalah tipe data yang sama. Anda dapat menggunakan jenis tipe data ini untuk menyimpan angka floating-point. Keduanya menggunakan empat byte memori dan mampu menyimpan nilai-nilai dari-3.4028235E +38 untuk 3.4028235E +38.
    a. Tipe data void hanya untuk deklarasi fungsi. Ini menunjukkan bahwa fungsi tersebut tidak mengembalikan nilai.
    b. Array menyimpan nilai yang memiliki tipe data yang sama:

```
int values[2]; // Array dengan dua elemen
int values[0] = 42; // Elemen pertama Array
int values[1] = -42; // Elemen kedua Array
int more_values[] = { 42, -42 };
int first = more_values[0]; // first == 42
```

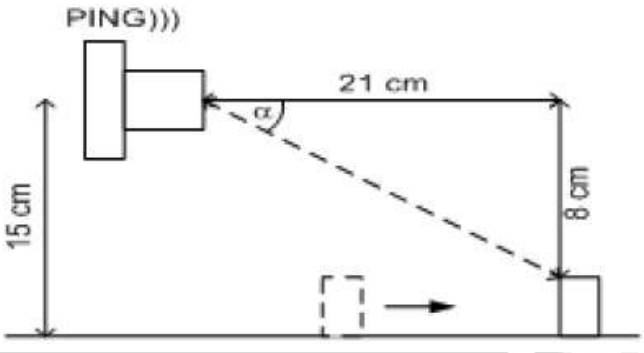
Dari contoh di atas, nilai-nilai array dan more_values mengandung elemen yang sama. Ada dua cara yang berbeda untuk menginisialisasi array. Perhatikan bahwa indeks array dimulai dari 0, dan perlu diingat pula bahwa elemen array yang telah terinisialisasi mengandung nilai random.

Sebuah string adalah sebuah array nilai char. Arduino IDE mendukung penciptaan string dengan beberapa sintaksis gula-semua ini deklarasi membuat string dengan isi yang sama. [AMB-14]

2.2.7. Pengukuran *Range* Area Sensor Ping)))

Pengukuran dari *Range* area sensor Ping telah dilakukan oleh Susanto, Rudi dkk. Dikarenakan sensor Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonic PING buatan parallax. Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengimplementasiannya. Maka luas area vertikal dan horizontal dari sensor Ping akan sama dengan sensor HC-SR04. Percobaan yang di lakukan dengan tinggi sensor dengan tanah adalah 15 cm dan objek yang digunakan berukuran 10,5 x 1,5 x 7 cm. Pada percobaan *Range* vertikal objek diletakkan mulai dari 2 cm dari sensor dan digeser menjauhi sensor setiap 2 cm sampai objek terdeteksi. Dan kemudian di dapat data :

Jarak (cm)	Status
6	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi
21	Terdeteksi
22	Terdeteksi



Gambar 2.9. Hasil pengukuran *Range* area vertikal sensor Ping
Sumber : [AMB-14]

Kemudian dari hasil pengukuran tersebut dapat dilakukan penghitungan dari besar *Range* area vertikal dengan cara sebagai berikut :

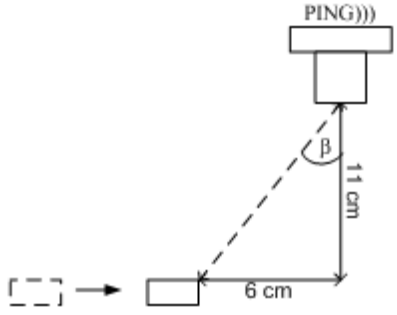
$$\tan \alpha = \frac{8}{21} = 0{,}38$$

$$\alpha = 20{,}85°$$

Besar *range area* vertikal = 2 x 20,85° = 41,7°

Pada percobaan *Range* area horizontal objek diletakkan mulai dari 30 cm dari sensor dan digeser mendekati sensor setiap 2 cm sampai objek terdeteksi. Dan kemudian di dapat data :

Jarak	Status
22	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi
6	Terdeteksi
4	Terdeteksi



Gambar 2.10. Hasil pengukuran *Range* area horizontal sensor Ping
Sumber : [AMB-14]

Kemudian dari hasil pengukuran tersebut dapat dilakukan penghitungan dari besar *Range* area vertikal dengan cara sebagai berikut :

$$\tan \beta = \frac{6}{11} = 0{,}54$$

$$\beta = 28{,}61°$$

Besar *range area* horizontal = 2 x 28,61° = 57,22°

Untuk mengetahui lebar area cakupan sensor akan di gunakan rumus dari segitiga siku-siku di mana telah di ketahui *Range* area horizontal max 57,22° dan bila jarak aman yang di gunakan adalah 150 cm maka didapat:

$$\alpha = \frac{57{,}22}{2} = 28{,}61° \approx 28°$$

$$\tan \alpha = \frac{x}{150} \Rightarrow \tan 28° = \frac{x}{150}$$

$$0{,}531 = \frac{x}{150} \Rightarrow x = 79{,}65 \text{ cm}$$

Lebar area cakupan sensor = 2 x = 159,3 ≈ 160 cm [SKS-07].

2.2.8. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan

Tabel 2.4. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Tol

A. Jalan Tol

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	▪ Arus bebas ▪ Kecepatan lalu lintas ≥ 100 km/jam ▪ Volume lalu lintas 1400 smp perjam pada 2 lajur 1 arah
B	▪ Arus stabil dengan kecepatan tinggi ▪ Kecepatan lalu lintas ≥ 90 km/jam ▪ Volume lalu lintas maksimal 2000 smp perjam pada 2 lajur 1 arah
C	▪ Arus masih stabil ▪ Kecepatan lalu lintas sekurang-kurangnya ≥ 80 km/jam ▪ Volume lalu lintas pada 2 lajur 1 arah tidak melebihi 75% dari kapasitas (yaitu 1500 smp perjam per lajur atau 3000 smp perjam untuk 2 lajur)
D	▪ Arus mendekati tidak stabil dan peka terhadap perubahan kondisi ▪ Kecepatan lalu lintas umumnya berkisar 65 km/jam ▪ Volume lalu lintas sekitar 0,9 dari kapasitas ▪ Arus puncak 5 menit tidak melebihi 3600 smp per jam untuk 2 lajur 1 arah
E	▪ Arus tidak stabil ▪ Kecepatan lalu lintas antara 50 – 60 km perjam ▪ Volume lalu lintas mendekati kapasitas, sekitar 2000 smp per lajur per arah
F	▪ Arus tertahan ▪ Kecepatan lalu lintas < 50 km perjam

Sumber : [RI-06]

Tabel 2.5. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Arteri Primer

B. **Jalan Arteri Primer**

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	▪ Arus bebas ▪ Kecepatan lalu lintas > 100 km/jam ▪ Jarak pandang bebas untuk mendahului harus selalu ada ▪ Volume lalu lintas mencapai 20% dari kapasitas (yaitu 400 smp perjam, 2 arah) ▪ Sekitar 75% dari gerakan mendahului dapat dilakukan dengan sedikit atau tanpa tundaan
B	▪ Awal dari kondisi arus stabil ▪ Kecepatan lalu lintas ≥ 80 km/jam ▪ Volume lalu lintas dapat mencapai 45% dari kapasitas (yaitu 900 smp perjam, 2 arah)
C	▪ Arus masih stabil ▪ Kecepatan lalu lintas ≥ 65 km/jam ▪ Volume lalu lintas dapat mencapai 70% dari kapasitas (yaitu 1400 smp perjam, 2 arah
D	▪ Mendekati arus tidak stabil ▪ Kecepatan lalu lintas turun sampai 60 km/jam ▪ Volume lalu lintas dapat mencapai 85% dari kapasitas (yaitu 1700 smp perjam, 2 arah
E	▪ kondisi mencapai kapasitas dengan volume mencapai 2000 smp perjam, 2 arah ▪ kecepatan lalu lintas pada umumnya berkisar 50 km/jam
F	▪ kondisi arus tertahan ▪ kecepatan lalu lintas < 50 km/jam ▪ volume dibawah 2000 smp per jam

Sumber : [RI-06]

Tabel 2.6. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Kolektor Primer

C. Jalan Kolektor Primer

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	▪ Kecepatan lalu lintas ≥ 100 km/jam ▪ Volume lalu lintas sekitar 30% dari kapasitas (yaitu 600 smp/jam/lajur)
B	▪ Awal dari kondisi arus stabil ▪ Kecepatan lalu lintas sekitar 90 km/jam ▪ Volume lalu lintas tidak melebihi 50% kapasitas (yaitu 1000 smp/jam/lajur)
C	▪ Arus stabil ▪ Kecepatan lalu lintas ≥ 75 km/jam ▪ Volume lalu lintas tidak melebihi 75% kapasitas (yaitu 1500 smp/jam/lajur)
D	▪ Mendekati arus tidak stabil ▪ Kecepatan lalu lintas sekitar 60 km/jam ▪ Volume lalu lintas sampai 90% kapasitas (yaitu 1800 smp/jam/lajur)
E	▪ Arus pada tingkat kapasitas (yaitu 2000 smp/jam/lajur) ▪ Kecepatan lalu lintas sekitar 50 km/jam
F	▪ arus tertahan, kondisi terhambat (congested) ▪ Kecepatan lalu lintas < 50 km/jam

Sumber : [RI-06]

Tabel 2.7. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan Lokal Sekunder

D. Jalan Lokal Sekunder

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	▪ Arus relatif bebas dengan sesekali terhenti ▪ Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 40 Km/jam
B	▪ Arus stabil dengan sedikit tundaan ▪ Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 30 Km/jam
C	▪ Arus stabil dengan tundaan yang masih dapat diterima ▪ Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 25 Km/jam
D	▪ Mendekati arus tidak stabil dengan tundaan yang masih dalam toleransi ▪ Kecepatan perjalanan rata-rata ≥ 15 Km/jam
E	▪ Arus tidak stabil ▪ Kecepatan perjalanan rata-rata < 15 Km/jam
F	▪ Arus tertahan ▪ Macet ▪ Lalu lintas pada kondisi tersendat

Sumber : [RI-06]

Tabel 2.8. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Persimpangan dengan APILL

F. Persimpangan dengan APILL

Tingkat Pelayanan	Tundaaan (detik per kendaraan)	Load Factor
A	≤ 5,0	0,0
B	5,10 - 15,0	≤ 0,1
C	15,1 - 25,0	≤ 0,3
D	25,1 - 40,0	≤ 0,7
E	40,1 - 60,0	≤ 1,0
F	> 60	NA

Sumber : [RI-06]

Tabel 2.9. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Persimpangan Prioritas "STOP"

G. Persimpangan Prioritas "STOP"

Tingkat Pelayanan	Rata-rata tundaan berhenti (detik per kendaraan)
A	< 5
B	5 - 10
C	11 - 20
D	21 - 30
E	3 1 - 45
F	> 45

Sumber : [RI-06]

2.2.9. Pengukuran Jarak Antar Kendaraan

Pengukuran jarak antar kendaraan dilakukan dengan penghitungan yang diturunkan dari rumus penghitungan volume kendaraan lalu lintas. Volume kendaraan berbanding terbalik dengan kecepatan kendaraan terlihat pada rumus:

$$V = S \times D$$

Keterangan:

V adalah volume lalu lintas (smp/jam)

S adalah kecepatan rata-rata (km/jam)

D adalah kepadatan (smp/jam)

Hubungan antara kecepatan dan volume ini digunakan sebagai pedoman untuk menentukan nilai matematis dari kapasitas jalan untuk kondisi ideal. Dengan menggunakan hubungan antara kecepatan dengan volume lalu lintas, maka dapat diketahui peningkatan arus dan hasil kecepatan pada ruas jalan tertentu sampai terjadinya kemacetan pada jalur jalan tersebut

Kepadatan (D) ditentukan dari jarak antar kendaraan dari suatu jalur

$$D = \frac{5{,}280}{da}$$

da = jarak antar kendaraan dalam satuan *feet*

Kecepatan arus ditentukan dari rata-rata pergerakan maju di sebuah lajur dengan rumus:

$$V = \frac{3600}{ha}$$

ha = rata-rata pergerakan di sebuah lajur dalam detik . [RPM-04]

Dari rumus volume kendaraan lalu - lintas tersebut maka dapat diketahui rumus untuk menghitung jarak antar kendaraan dengan menurunkan rumus volume antar kendaraan sebagai berikut :

$$V = S \times D$$

$$D = \frac{V}{S}$$

$$D = \frac{5{,}280}{da}$$

$$da \times D = 5{,}280$$

$da = \frac{5{,}280}{D}$ di mana D adalah $\frac{V}{S}$

Arus lalu lintas jenuh adalah arus lalulintas maksimum yang dapat melewati persimpangan dengan lampu lalulintas. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, arus lalu lintas jenuh dasar dapat dihitung dengan persamaan :

$$S0 = 600 \, x \, We$$

Dengan :

S_0 : arus lalulintas jenuh dsasar (smp/jam)

We : lebar jalan (meter) [MA-06].

Perhitungan ini dapat menggunakan rumus pada persamaan :

$$S = S0 \, x \, FCS \, x \, FSF \, x \, FG \, x \, FP \, x \, FRT \, x \, FLT$$

Dengan:

S_0 : arus jenuh dasar

F_{CS} : faktor koreksi ukuran kota

F_{SF} : faktor koreksi gangguan samping

F_G : faktor koreksi kelandaian

F_P : faktor koreksi parkir

F_{RT} : faktor koreksi belok kanan

F_{LT} : faktor koreksi belok kiri [MA-06].

Berdasarkan beberapa penelitian di beberapa kota di Indonesia, nilai arus jenuh yang ada di lapangan ternyata lebih besar dari nilai tersebut, yaitu sekitar 1,3 kali, sehingga rumus empiris dari MKJI 1997 tersebut dianjurkan untuk dikoreksi menjadi persamaan :

$$S0 = 780 \; x \; We$$

Dengan :

S_0 : arus lalulintas jenuh dsasar (smp/jam)

We : lebar jalan (meter) [MA-06].

Kapasitas untuk tiap lengan simpang dihitung dengan persamaan :

$$C = S \; x \; g/c$$

Dengan:

C : kapasitas (smp/jam)

S : arus jenuh (smp/jenuh)

g : waktu hijau (detik)

c : waktu siklus yang ditentukan (detik) [MA-06].

Derajat jenuh dihitung dengan rumus :

$$ds = Q/C$$

Dengan:

ds : derajat jenuh

Q : arus lalu lintas (smp/jam)

C : kapasitas (smp/jam) [MA-06].

Untuk perhitungan kapasitas dan perilaku lalu-Iintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Untuk penghitungan arus lalu-lintas dilakukan dengan perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri QLT, lurus QST dan belok-kanan QRT) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan:

Tabel 2.10. Ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan.

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat :	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Contoh : $\mathbf{Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{MC}}$

Sumber : [DGB-97]

2.2.10. *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller*

PL-2303 beroperasi sebagai jembatan antara *port* USB dan standar RS232 Serial *port*. Kedua *on-chip buffer* yang besar menampung aliran data dari dua bus yang berbeda. USB *bulk-type* data diadopsi untuk transfer data maksimum. Handshake otomatis didukung di Serial Port. Dengan ini, jauh lebih tinggi *baud rate* dapat dicapai dibandingkan dengan *kontroler* warisan UART.

Perangkat ini juga kompatibel dengan manajemen daya USB dan skema *remote wakeup*. Hanya daya minimum yang dikonsumsi dari host selama Suspend. Dengan mengintegrasikan semua fungsi dalam satu paket SOIC-28, Chip ini cocok

untuk kabel embedding. Pengguna hanya cukup menghubungkan kabel ke PC atau hub port USB, dan kemudian mereka dapat terhubung ke perangkat RS-232. [PTI-02]

Features :

a. *Full compliance with the USB Specification v1.1 and USB CDC v1.1*

b. *Support the RS232 Serial interface*

c. *Support automatic handshake mode*

d. *Support Remote wake-up and power management*

e. *256 bytes buffer each for upstream and downstream data flow*

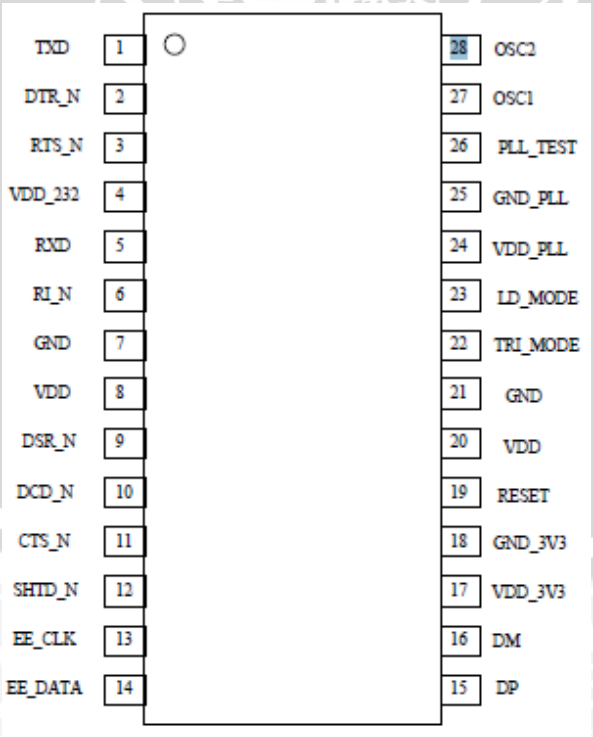
f. *Support default ROM or external EEPROM for device configuration*

g. *On chip USB transceiver*

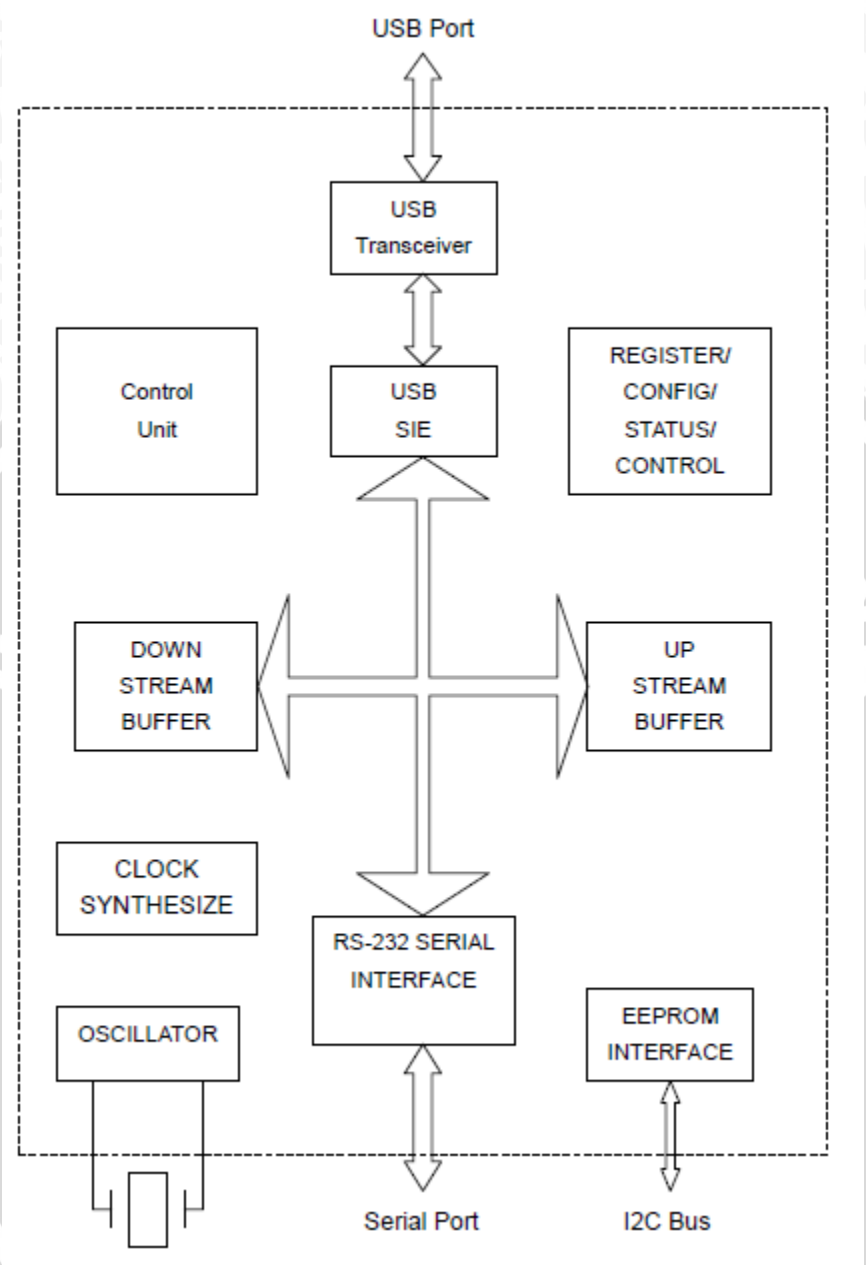
h. *On chip crystal oscillator running at 12M Hz*

i. *Supports Windows 98/SE, ME, 2000, XP, Windows CE3.0, CE .NET, Linux, and Mac OS*

j. *28 Pins SOIC package* [PTI-02]



Gambar 2.11. *SSOP 28 Package (Top View)*
Sumber : [PTI-02]



Gambar 2.12. Diagram Blok *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller*
Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.11. *Device Configuration Register*

Pin No.	Name	Type	Description
1	TXD	O	Data output to Serial port
2	DTR_N	O	Data Terminal Ready, active low
3	RTS_N	O	Request To Send, active low
4	VDD_232	P	RS-232 VDD. The RS-232 output signals (Pin 1 ~ Pin 3) are designed for 5V, 3.3V or 3V operation. VDD_232 should be connected to the same power level of the RS-232 interface. (The RS-232 input signals are always 5V~3V tolerant.) ***Note: This document version only provides 5V DC characteristic information. Refer to future revisions for updates.***
5	RXD	I	Data input from Serial Bus
6	RI_N	I	Ring Indicator, active low
7	GND	P	Ground
8	VDD	P	Power
9	DSR_N	I	Data Set Ready, active low
10	DCD_N	I	Data Carrier Detect, active low
11	CTS_N	I	Clear To Send, active low
12	SHTD_N	O	Shut Down RS232 Transceiver
13	EE_CLK	I/O	During Reset, this pin is input for simulation purpose. During normal operation, this pin is Serial ROM clock
14	EE_DATA	I/O	Serial ROM data signal
15	DP	I/O	USB DPLUS signal
16	DM	I/O	USB DMINUS signal
17	VDD_3V3	P	3.3V power for USB transceiver
18	GND_3V3	P	3.3V ground
19	RESET	I	System Reset
20	VDD	P	Power
21	GND	P	Ground
22	TRI_STATE	I	Tri-State This pin is referred after reset. High: RS-232 output inactive during Suspend. Low: RS-232 output tri-state during Suspend.
23	LD_MD/ SHTD	I/O	Load Mode/SHTD This pin is input during reset. Pull high with a 220K resistor to indicate the heavy load USB device (500mA). Pull down with a 220K resistor to indicate the light load USB device 100mA). After reset, this pin becomes output. It output the inverse of SHTD_N.
24	VDD_PLL	P	5V power for PLL
25	GND_PLL	P	Ground for PLL
26	PLL_TEST	I	PLL test mode control
27	OSC1	I	Crystal oscillator input
28	OSC2	O	Crystal oscillator output

Type : *I – Input sigma O – Output sigma I/O – Bi-directional sigma P – Power / Ground*

Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.12. *Absolute Maximum Ratings*

Item	Ratings
Power Supply Voltage	-0.3 to 6.0 V
Input Voltage	-0.3 to VDD+0.3 V
Output Voltage	-0.3 to VDD+0.3 V
Storage Temperature	-55 to 150 °C

Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.13. *DC Characteristics*

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Power Supply Current	I_{DD}	0.5	19	24	mA
Input Voltage					
Low	V_{IL}	--	--	0.3* V_{DD}	V
High	V_{IH}	0.7* V_{DD}	--	--	V
Output Voltage					
Low	V_{OL}	--	--	0.4	V
High	V_{OH}	3.5	--	--	V
Schmitt Trigger Threshold Voltage*1					
Negative going	V_{t-}	--	1.10	--	V
Positive going	V_{t+}	--	1.87	--	V
Output Voltage, 3.3V*2					
Low	V_{OL}	--	--	0.4	V
High	V_{OH}	2.4	--	--	V
Input Leakage Current	I_L	-1	--	1	uA
Tri-state Leakage Current	I_{oz}	-10	--	10	uA
Input Capacitance	C_{IN}	--	3	--	Pf
Output Capacitance	C_{OUT}	--	3	--	Pf
Bi-directional Buffer Capacitance	C_{BID}	--	3	--	Pf
Operating Voltage Range	--	4.75	5	5.25	V
Suspend Current	I_{SUS}	--	400	490	uA

1. RS232 pins RXD_I, RI_I, DSR_I, DCD_I, CTS_I are 5V TTL Schmitt Trigger inputs.

2. RS232 pins TXD, DTR_N, RTS_N are 3.3V tri-state outputs.

Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.14. *Temperature Characteristics*

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Operating Temperature	--	-40	--	85	°C
Junction Operation Temperature	T_J	0	25	115	°C

Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.15. *USB Transceiver Characteristics*

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Rise and Fall Times: (10%—90%) (90%—10%)	 T_R T_F	 4 4	 8 8	 15 15	 ns ns
Cross Point	V_{CR}	1.3	--	2.0	V
Output Impedance	R_D	23	28	33	ohm
High Level Output	V_{OH}	2.8	--	--	V
Low Level Output	V_{OL}	--	--	0.7	V
High Level Input	V_{IH}	2.0	--	--	V
Low Level Input	V_{IL}	--	--	0.8	V

- ***C_L: 50pf***

Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.16. *Clock Characteristics*

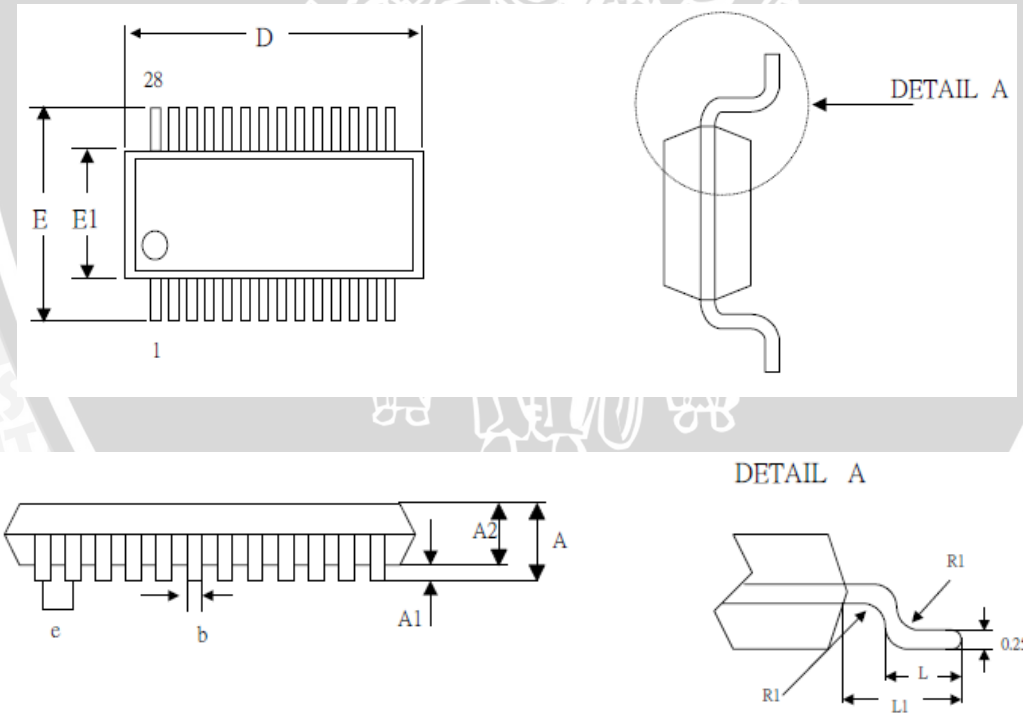
Parameter	Min	Typ	Max	Units
Frequency of Operation	11.976	12.000	12.024	MHz
Clock Period	83.1	83.3	83.5	ns
Duty Cycle	45	50	55	%

Sumber : [PTI-02]

Tabel 2.17. *Package Dimensions (28-Pin SSOP)*

Symbol	Millimeters			Inch		
	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max
b	0.22		0.38	0.009		0.015
E	7.40	7.80	8.20	0.291	0.307	0.323
E1	5.00	5.30	5.60	0.197	0.209	0.220
L	0.55	0.75	0.95	0.021	0.030	0.037
R1	0.09			0.004		
D	9.9	10.2	10.5	0.390	0.402	0.413
A			2.0			0.079
e		0.65			0.0256	
L1		1.25			0.050	
A1	0.05			0.020		
A2	1.65	1.75	1.85	0.065	0.069	0.073

Sumber : [PTI-02]



Gambar 2.13. *Outline Diagram*
Sumber : [PTI-02]

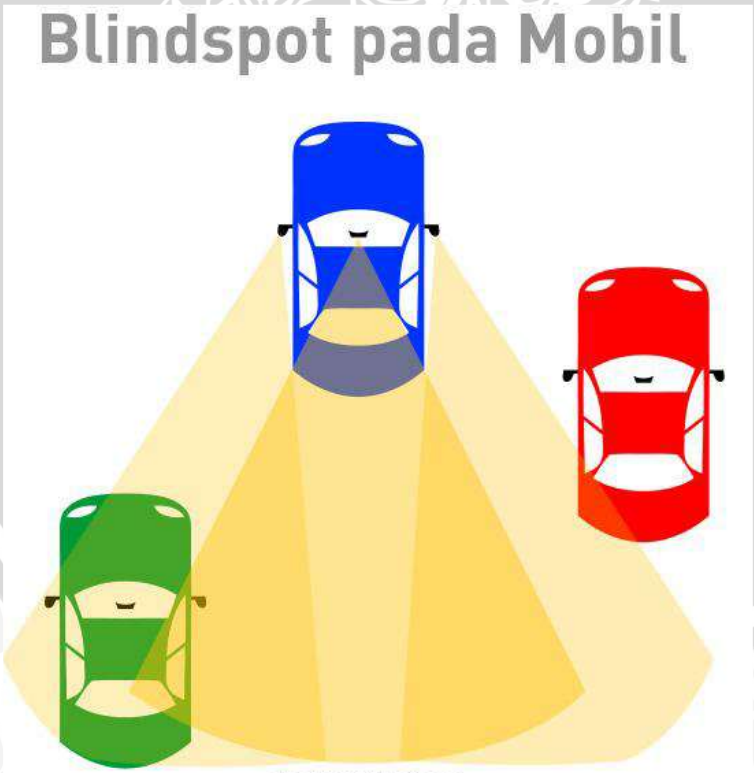
2.2.11. *Blind Spot* pada kendaraan

Blind Spot adalah area di sekitar pengemudi yang tidak dapat terlihat pada saat mengemudi. Hal ini bisa disebabkan karena batasan pandangan cermin / kaca spion maupun karena terhalang oleh pilar konstruksi mobil atau juga karena barang / muatan yang dibawa.

Blind Spot adalah potensi bahaya saat berkendara, dimana sangat mungkin terjadi pengemudi menganggap tidak ada kendaraan lain di sekitar kendaraan, padahal kendaraan lain itu ada dan cukup dekat.

Desain kaca spion ada yang datar, ada yang cembung, dan ada yang mengkombinasi keduanya. Ini bertujuan untuk memperbaiki faktor *Blind Spot* yang terjadi.

Gambar 2.14. di bawah memperlihatkan area yang dapat dilihat oleh pengendara mobil, selebihnya bisa dikatakan sebagai *Blind Spot*, karena tidak terlihat melalui kaca spion. [IRT-013]



Gambar 2.14. *Blind Spot* pada mobil
Sumber : [IRT-013]

Gambar 2.15. Pandangan kaca spion mobil
Sumber : [IRT-013]

Ukuran motor yang lebih kecil dari mobil membuat bidang *Blind Spot* menjadi potensi bahaya yang lebih besar. Padahal yang terjadi di jalanan, motor selalu memanfaatkan celah menyusup untuk menyusul dan menyebabkan sering terjadi kecelakaan, motor terjepit atau terserempet mobil yang kebetulan akan berbelok. Kejadian yang sering terjadi di jalan adalah seperti ini:

1. Mobil sudah menyalakan lampu sign untuk berbelok/menepi, tetapi tidak diperhatikan oleh motor.
2. Motor pada posisi di area *blindspot*, sehingga pengemudi mobil tidak melihat adanya motor di sebelah mobilnya.
3. Motor tergiring terpepet ke kiri. Jika ada trotoar atau dinding, tentunya motor akan terjepit. [IRT-013]

Gambar 2.16. Sepeda motor yang terjepit mobil
Sumber : [IRT-013]

Area *Blind Spot* ini berada sekitar satu meter jaraknya dari badan mobil/truk/bus, tepat sejajar dengan pengemudi, seperti yang terlihat pada gambar di bawah.

Gambar 2.17. Area *Blind Spot* kendaraan
Sumber : [IRT-013]

Gambar 2.18. Area *Blind Spot* kendaraan
Sumber : [IRT-013]

2.2.12. MICRO *BUZZER* 5V DC / 20mA PCB TYPE - SEALED

Gambar 2.19. MICRO *BUZZER* 5V
Sumber : [ABA-09]

Features :

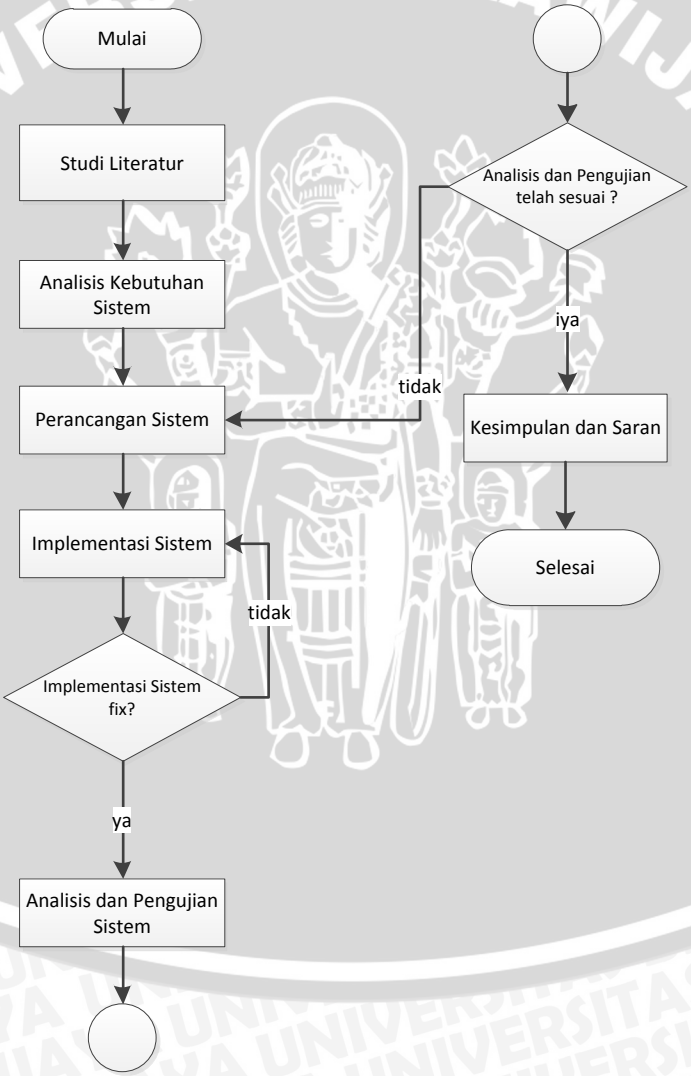
1. *sealed: yes*
2. *operating power: 3-6V DC / 25mA*
3. *extremely compact, ultrathin construction*
4. *no electrical noise*
5. *low current consumption yet high sound pressure level*

Specifications

1. *tone type: single*
2. *operating voltage: 3-6V DC*
3. *rated voltage: 5V DC*
4. *current consumption: 25mA*
5. *osc. frequency: 3.2kHz*
6. *sound level: 87dB*
7. *connector type: pcb*
8. *body color: black*
9. *weight: 0.056oz* [ABA-09]

BAB III
METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi proses-proses yang akan di lakukan dan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyusunan skirpsi. Dijelaskan pula metode yang digunakan dan langkah-langkah yang dilakuan dalam Perancangan *Blind Spot* Sensor Dengan Sensor Ultrasonik untuk Kendaraan Bermotor Berbasis *Wireless Network* untuk Meningkatkan Keselamatan Berkendara.



Gambar 3.1. *Flowchart* Metode Penelitian

3.1. Studi Literatur

Studi literatur berisi seluruh dasar teori yang mendukung dalam penelitian ini, yang dijadikan sebagai studi literatur adalah dasar-dasar teori untuk dapat merancang sistem Komunikasi Antar Sensor Jarak di Dalam Kendaraan Berbasis *Wireless Network*. Teori pendukung pada penelitian ini diperoleh dari buku, jurnal, *E-Book*, dan dokumentasi *Project*.

3.2. Penyusunan Dasar Teori

Penyusunan dasar teori dilakukan setelah mendapatkan referensi yang tepat untuk mendukung penulisan penelitian ini. Teori-teori pendukung tersebut meliputi:

a. Jaringan WLAN
   1. Sejarah WLAN.
   2. Standarisasi WLAN.

b. *Arduino Pro Mini*
   1. Penjelasan *Arduino Pro Mini*.
   2. Fitur *Arduino Pro Mini*..
   3. Spesifikasi *Arduino Pro Mini*..

c. NRF24L01
   1. Penjelasan modul NRF24L01.
   2. Spesifikasi modul NRF24L01.
   3. Implementasi modul NRF24L01.
   4. Fitur modul NRF24L01.

d. Sensor HC-SR04
   1. Penjelasan Sensor HC-SR04.
   2. Komparasi Sensor HC-SR04.
   3. Spesifikasi Sensor HC-SR04.
   4. Elektrik parameter Sensor HC-SR04.

e. LED (Light Emitting Diode)
    1. Karakteristik LED.
    2. Klasifikasi tegangan LED.
    3. Keunggulan LED.
f. Software Pendukung
    1. Pengertian Arduino IDE.
    2. Fitur utama Arduino IDE.
    3. Tipe data Arduino IDE.
g. Pengukuran *Range* area Sensor Ping)))
    1. Pengukuran *Range* area vertikal sensor Ping
    2. Pengukuran *Range* area horizontal sensor Ping
    3. Pengukuran lebar area cakupan sensor Ping
h. Tingkat Pelayanan Dan Karakteristik Operasi Terkait Jalan
    1. Jalan tol
    2. Jalan arteri primer
    3. Jalan kolektor primer
    4. Jalan lokal sekunder
    5. Persimpangan dengan APILL
    6. Persimpangan prioritas “STOP”
i. Pengukuran Jarak Antar Kendaraan
j. *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller*
k. *Blind Spot* pada kendaraan
l. *MICRO BUZZER 5V DC / 20mA PCB TYPE - SEALED*

3.3. Analisa dan Perancangan

Analisa kebutuhan memiliki tujuan untuk mendapatkan semua kebutuhan yang diperlukan oleh sistem yang akan dirancang dan diuji. Analisa kebutuhan dilakukan dengan cara mengidentifikasi kebutuhan sistem dan siapa saja yang terlibat di dalamnya. Berikut analisis kebutuhan dalam penelitian yang akan dilakukan.

3.3.1. Kebutuhan Perangkat Keras

Perangkat keras yang di butuhkan pada perancangan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. *Arduino Pro Mini* yang di gunakan sebagai mikrokontroller sistem.
2. NRF24L01 yang di gunakan sebagai modul komunikasi antar sensor secara wireless.
3. Sensor Ultrasonik HC-SR04 di gunakan sebagai sensor yang mengukur jarak kendaraan.
4. LED dan *Buzzer* yang di gunakan untuk memberikan peringatan kepada pengendara apabila ada kendaraan yang terlalu dekat.

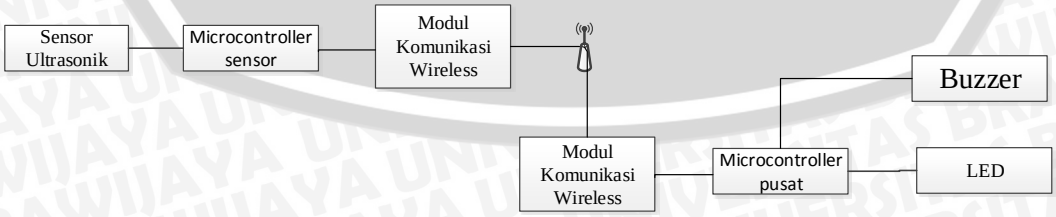
3.3.2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak lunak yang di butuhkan pada perancangan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Perangkat lunak yang di butuhkan adalah Arduino IDE yang dapat di gunakan untuk melakukan pemrograman pada Arduino dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++

3.4. Desain Sistem

Dari analisa kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang di lakukan dapat di rancang diagram blok yang terdapat bagian-bagian dari sistem yang akan di rancang serta diagram alir proses yang menggambarkan arus data yang membantu dalam proses memahami jalannya aplikasi. Perancangan sistem secara keseluruhan dapat digambarkan melalui diagram blok seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem Secara Keseluruhan

Pada diagram blok sistem yang terdapat di gambar 3.2, input sistem berasal dari sensor HC-SR04 yang terdapat di *Microkontroller* sensor kemudian input

tersebut diolah dan dikirimkan menggunakan modul NRF24L01 secara wireless kepada modul NRF24L01 di *Microkontroller* pusat dan akan memberikan keluaran berupa LED dan suara pada *Buzzer*.

3.5. Implementasi Sistem

Pada implementasi sistem adalah tahap pembuatan sistem Perancangan Sistem Komunikasi Antar Sensor Jarak di Dalam Kendaraan Berbasis *Wireless Network*. Implementasi sistem akan dilakukan terhadap *prototype* tempat mobil yang telah di rancang, kemudian dilakukan pengujian dari sistem tersebut. Implementasi meliputi :

a. Pembuatan *prototype* dari mobil yang akan di pasang sensor.
b. Pembuatan *Node* sensor jarak.
c. Implementasi komunikasi antar sensor secara wireless.

3.6. Pengujian

Dalam penelitian ini, pengujian akan dilakukan 8 tahap. Yaitu pengujian yang pertama mengenai perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya, pengujian yang kedua mengenai pengaruh objek yang sedang bergerak yaitu sebuah sepeda motor, pengujian ketiga sama dengan pengujian yang kedua tentang pengaruh objek yang sedang bergerak tetapi pengujian dilakukan terhadap manusia yang berjalan di depan sensor, pengujian keempat mengenai tingkat *Reliability* modul dan komponen jika diberi tegangan dan diputus secara berulang kali, pengujian kelima pengujian komunikasi data NRF24L01, pengujian keenam jangkauan modul komunikasi NRF24L01, pengujian ketujuh mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama. Pengujian kedelapan adalah pengujian keseluruhan sistem.

3.7. Analisis Hasil

Dari pengujian yang dilakukan, data dari masing-masing tahap pengujian akan diolah sebagai keluaran dan pengukuran tingkat kinerja dari sistem. Setelah sistem diuji secara keseluruhan, dilakukan analisa untuk mengetahui hasil yang akan dilakukan untuk menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Hasil pengujian dianalisis untuk menentukan apakah sistem sudah berjalan baik sesuai dengan yang diharapkan.

3.8. Kesimpulan

Pada tahap kesimpulan dilakukan pengambilan kesimpulan dari analisis hasil pengujian dari sistem. Kesimpulan akan memberikan akurasi atas rumusan masalah yang ada.

3.9. Penulisan Laporan

Laporan Penelitian ditulis selama semua proses pengerjaan penelitian. Laporan berisi dokumentasi perancangan sistem serta hasil penelitian yang berupa informasi mengenai kehandalan dan bagaimana kinerja dari sistem komunikasi antar sensor jarak di dalam kendaraan berbasis *Wireless Network.*

BAB IV
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

4.1. Perancangan

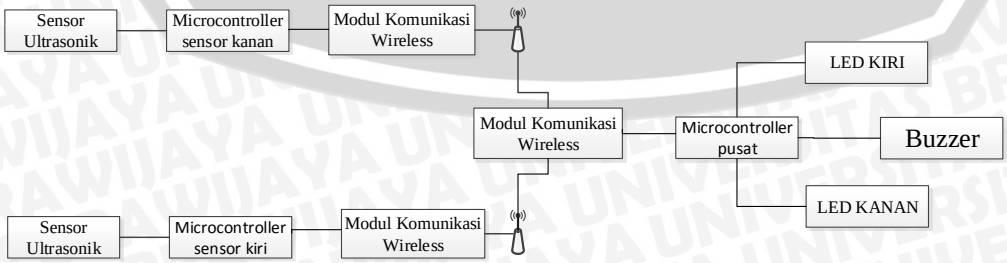
Pada bab ini membahas tentang perancangan dalam membangun sistem *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor yang berbasis pada teknologi *Wireless Network*. Proses perancangannya di bagi menjadi 5 tahap, yaiu analisa kebutuhan, diagram blok sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, dan perancangan uji coba sistem.

4.1.1. Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan dalam perancangan memiliki tujuan untuk mengetahui kebutuhan dari sistem. Analisa kebutuhan dilakukan dengan cara mengidentifikasi kebutuhan sistem dan siapa saja yang terlibat di dalamnya. Analisa kebutuhan pada perancangan di lakukan dengan menganalisa kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak yang akan di gunakan untuk membangun sistem, sehingga dapat mempermudah dalam perancangan, desain dan implementasi sistem.

4.1.2. Diagram Blok Perancangan Sistem

Pada saat perancangan sistem di butuhkan sebuah diagram blok untuk dapat menjadi acuan dalam perancangan sistem. Karena diagram blok dirancang agar dapat menggambarkan keseluruhan komponen yang ada di dalam sistem. Perancangan sistem tiap mobil secara keseluruhan dapat di gambarkan pada diagram blok berikut ini :

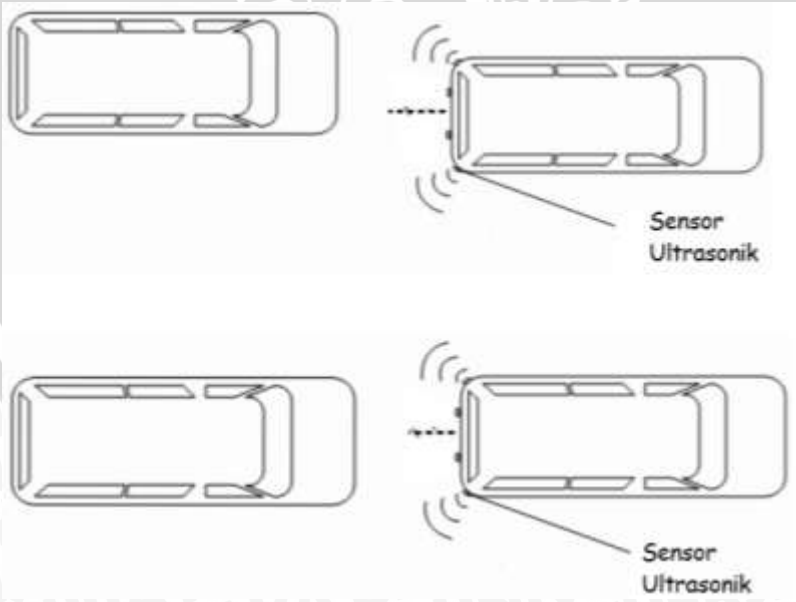


Gambar 4.1. Diagram Blok Perancangan Sistem Tiap Mobil

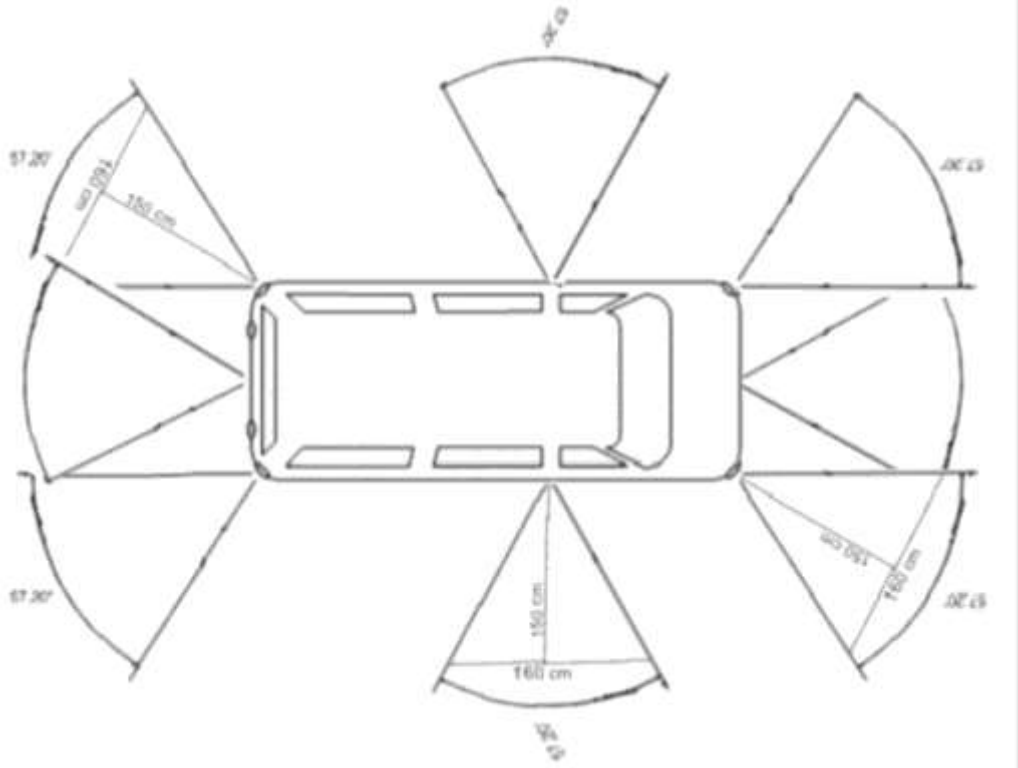
Pada diagram blok sistem yang terdapat di gambar 4.1. adalah diagram blok untuk satu mobil, input sistem berasal dari sensor HC-SR04 yang terdapat di *Node* 1 atau *Microkontroller* sensor kiri dan *Node* 2 atau *Microkontroller* sensor kanan kemudian input tersebut diolah dan dikirimkan menggunakan modul NRF24L01 secara wireless kepada modul NRF24L01 di *Node* 3 yang kemudian oleh *Microkontroller* pusat di *Node* 3 akan memberikan keluaran berupa LED dan *Buzzer*. *Buzzer* menyala saat jarak antar endaraan kurang dari 100cm. Jika ada kendaraan dari arah kanan maka keluaran LED yang menyala adalah LED sebelah kanan, kemudian jika ada kendaraan dari arah kiri maka keluaran LED yang menyala adalah LED sebelah kiri.

4.1.3. Perancangan Perangkat Keras

Pada saat melakukan perancangan perangkat keras akan dilakukan perancangan *prototype* dari mobil yang asli kemudian akan di buat dalam bentuk skala dan perancangan perangkat keras dari sistem, seperti pada gambar 4.2. dan 4.3.



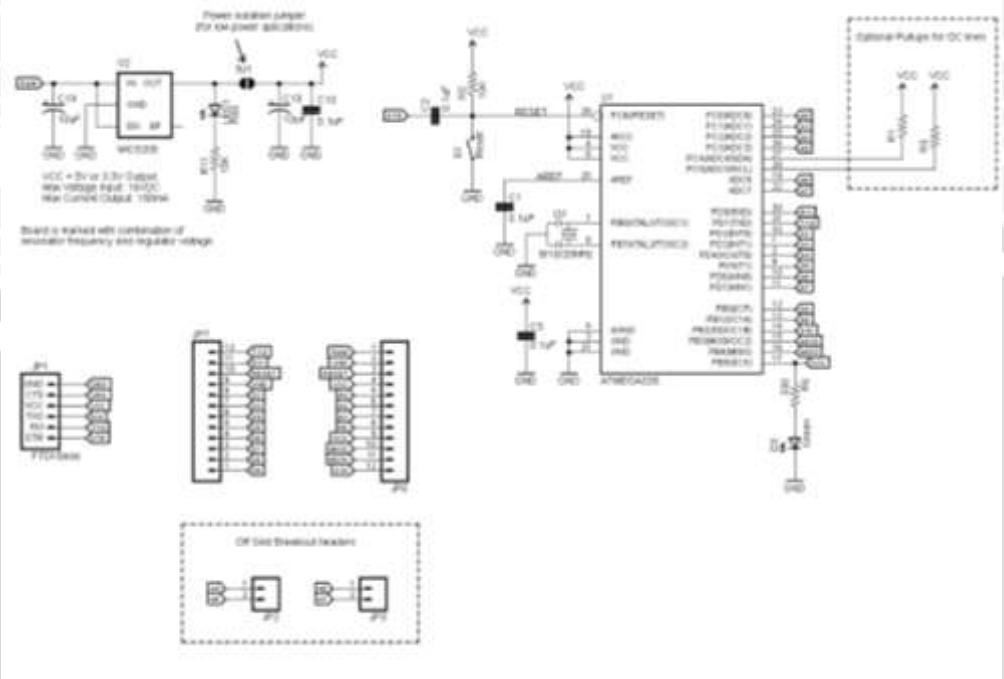
Gambar 4.2. *Prototype* Sistem dalam skala 1 : 10



Gambar 4.3. *Prototype* rencana pemasangan sensor

Perancanga *prototype* akan menggunakan skala 1 : 10. Jadi jika mobil asli memiliki panjang 5 meter dan lebar 2 meter maka *prototype* ini akan menggunakan panjang 50 sentimeter dan lebar 20 sentimeter. Hal ini dilakukan agar dapat mempermudah dari pengujian sistem. Pada studi literatur telah diketahui bahwa sensor memiliki *Range* area horizontal sebesar 57,22º dan luas area cakupan dari sensor adalah 160cm, untuk itu pada saat perancangan sistem akan di lakukan pemasangan sensor seperti pada gambar 4.5. di mana 8 sensor akan di pasang pada kendaraan. Alasan di letakkan dan jumlah sensor sesuai dengan gambar 4.5. dikarenakan orientasi pada bidang horizontal, *Range* area horizontal sebesar 57,22º, luas area cakupan dari sensor adalah 160cm dan digunakan untuk menghapus daerah *Blind Spot* pengendara. Tetapi pada perancangan sistem ini dilakukan pengujian dengan mengambil sampel dari belakang kendaraan.

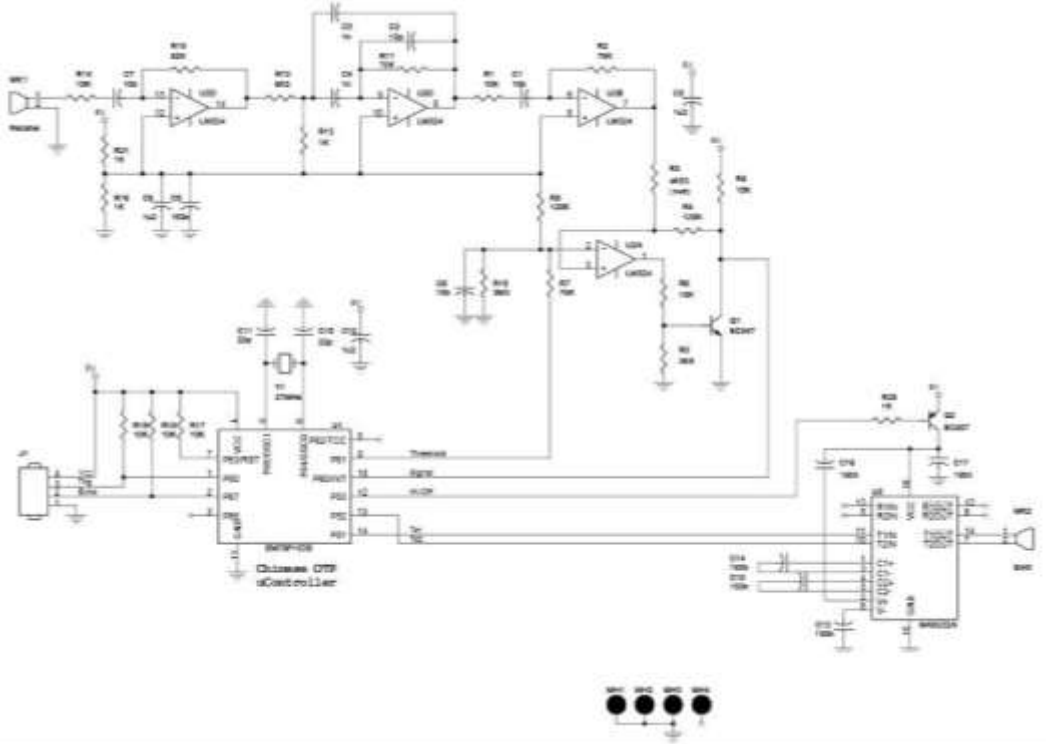
Saat perancangan perangkat keras terdapat skematik diagram dari perangkat keras yang digunakan oleh sistem. Berikut ini adalah diagram skematik yang di gunakan sistem. Diagram skematik dari *Arduino Pro Mini* terdapat pada gambar 4.4. *Arduino Pro Mini* digunakan sebagai *Microcontroller* sistem.



Gambar 4.4. Diagram Skematik *Arduino Pro Mini*

Sumber : [ARD-14]

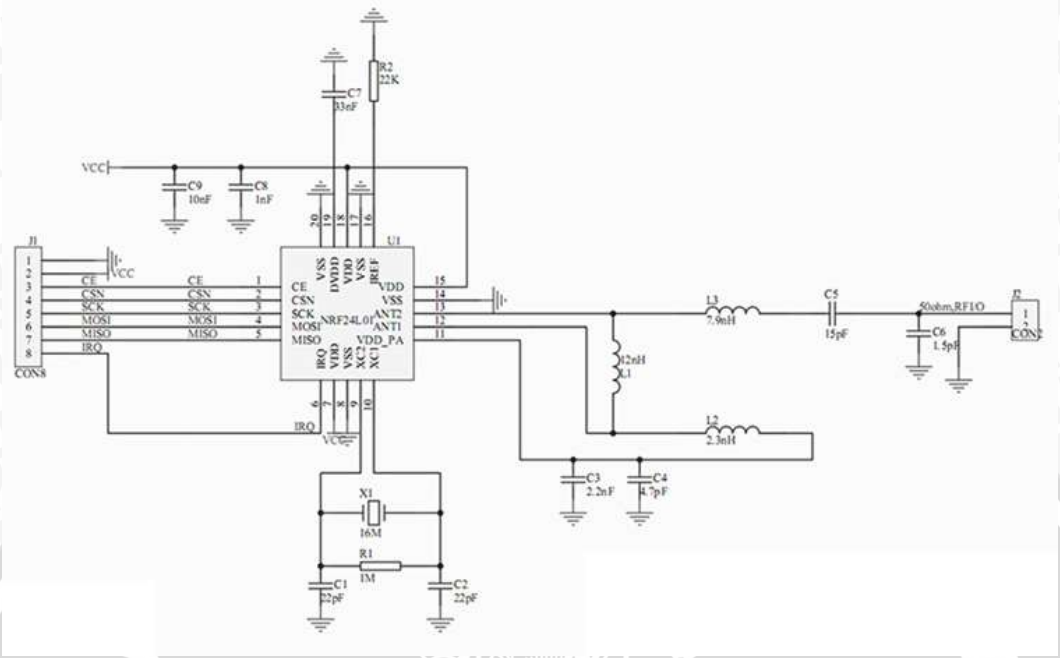
Pada gambar 4.5. terdapat diagram skematik dari sensor ultrasonik HC-SR04. Sernsor tersebut digunakan sebagai sensor untuk membaca jarak kendaraan yang akan mendekat pada mobil.



Gambar 4.5. Diagram Skematik Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber : [EMI-014]

Pada gambar 4.6. terdapat diagram skematik dari modul komunikasi NRF24L01. Modul tersebut digunakan untuk mentransfer data secara *Wireless* atau digunakan antar *node* sensor dan *node* pusat untuk berkomunikasi secara *Wireless*.

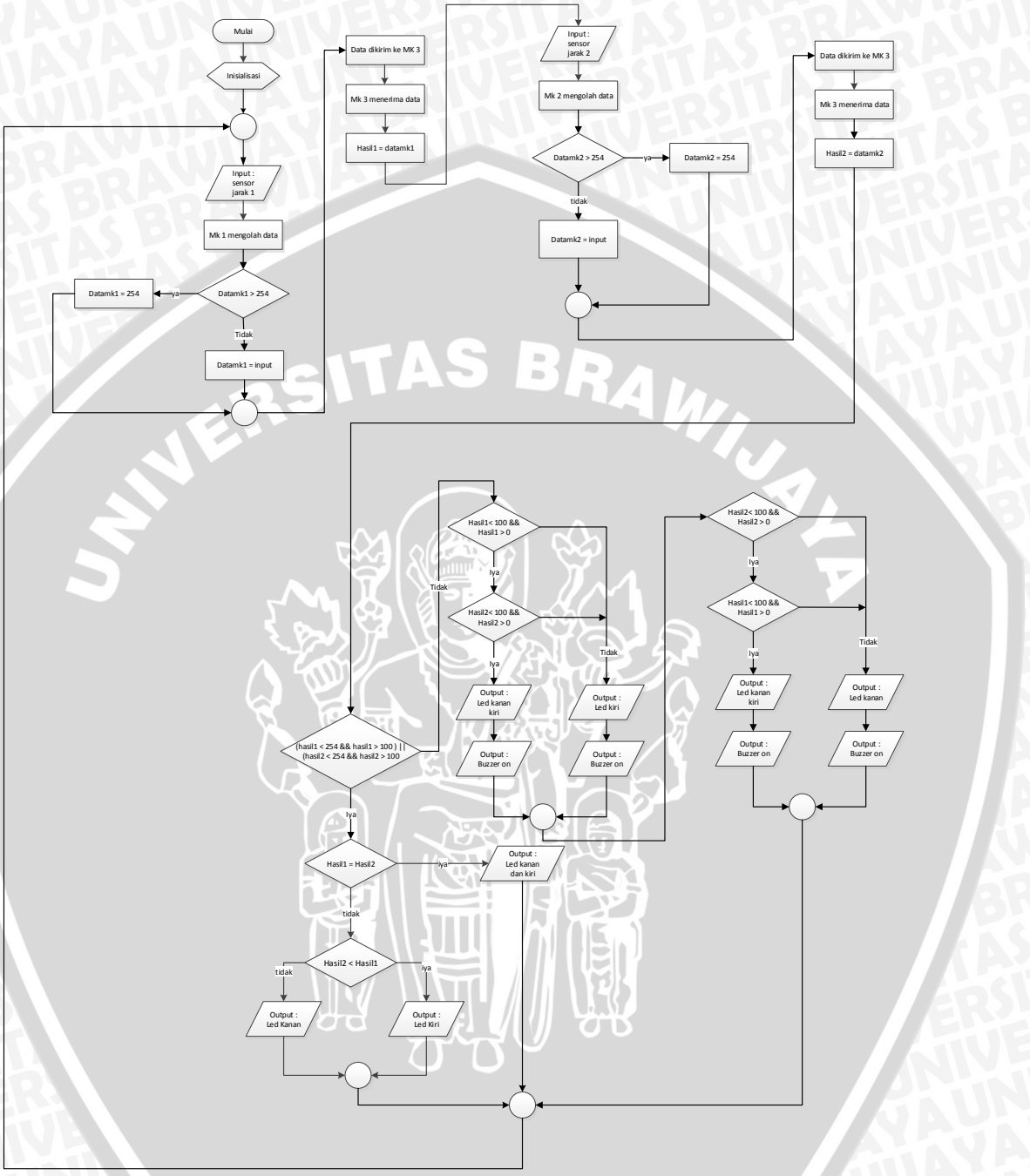


Gambar 4.6. Diagram Skematik Modul Komunikasi NRF24L01

Sumber : [EF-11]

4.1.4. Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak dilakukan sebuah perancangan program pengolahan data dari bacaan sensor jarak yang kemudian akan memberikan keluaran kepada *akutator*. Diagram alir program pengolahan sensor jarak dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Diagram Alir program pengolahan sensor jarak

Keterangan :

a. MK 1 = *Microcontroller* pada *node* sensor sebelah kiri kendaraan.
b. MK 2 = *Microcontroller* pada *node* sensor sebelah kanan kendaraan.

c. MK 3 = *Microcontroller* pada *node* pusat kendaraan.
d. Datamk1 = Data hasil bacaan dari sensor di MK 1 berupa pembacaan jarak dalam sentimeter.
e. Datamk2 = Data hasil bacaan dari sensor di MK 2 berupa pembacaan jarak dalam sentimeter.

Program ini dimulai dengan inisiasi dari sistem terlebih dahulu. Masukan pertama berasal dari sensor sebelah kiri. Kemudian *Microcontroller* pada sensor sebelah kiri akan mengolah data untuk di konversi ke dalam jarak dengan satuan sentimeter. Jika nilai dari data pada sensor sebelah kiri bernilai lebih dari 254cm, maka data yang dikirim adalah 254cm. Jika lebih kecil 254cm, maka data yang dikirim adalah nilai masukan dari sensor. Setelah itu *Microcontroller* sensor sebelah kiri akan mengirimkan data ke *Microcontroller* pusat. Dan setelah *Microcontroller* pusat menerima data akan memberikan nilai dari *Microcontroller* sensor sebelah kiri ke variabel Hasil1. Kemudian masukan kedua berasal dari sensor sebelah kanan. Kemudian *Microcontroller* pada sensor sebelah kanan akan mengolah data untuk di konversi ke dalam jarak dengan satuan sentimeter. Jika nilai dari data pada sensor sebelah kanan bernilai lebih dari 254cm, maka data yang dikirim adalah 254cm. Jika lebih kecil 254cm, maka data yang dikirim adalah nilai masukan dari sensor Setelah itu *Microcontroller* sensor sebelah kanan akan mengirimkan data ke *Microcontroller* pusat. Dan setelah *Microcontroller* pusat menerima data akan memberikan nilai dari *Microcontroller* sensor sebelah kanan ke variabel Hasil2.

Jika nilai Hasil1 lebih kecil dari 254cm dan lebih besar dari 100cm atau nilai Hasil2 lebih kecil dari 254cm dan lebih besar dari 100cm, maka kedua LED kanan dan kiri akan menyala bersama jika Hasil1 bernilai sama dengan Hasil2. Apabila nilai Hasil1 sebelah kiri lebih kecil dari nilai Hasil2 maka yang akan menyala adalah LED sebelah kiri. Jika tidak maka yang akan menyala adalah LED sebelah kanan. Jika Hasil1 kurang dari 100cm dan lebih dari 0cm kemudian Hasil2 kurang dari 100cm dan lebih dari 0cm maka LED kanan kiri akan menyala dan *Buzzer* akan berbunyi. Jika tidak LED kiri akan menyala dan *Buzzer* akan berbunyi. Jika Hasil2 kurang dari 100cm dan lebih dari 0cm kemudian Hasil1 kurang dari

100cm dan lebih dari 0cm maka LED kanan kiri akan menyala dan *Buzzer* akan berbunyi. Jika tidak LED kanan akan menyala dan *Buzzer* akan berbunyi.

4.1.5. Perancangan Paket Data

Perancangan paket data digunakan untuk mengatur data apa saja dikirim dari *node* sensor dan diterima oleh *node* pusat. Pada tiap *frame* akan di atur isi pada tiap data per *byte*. Perancangan paket data terdapat pada tabel 4.1 dan 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Rancangan Paket Data

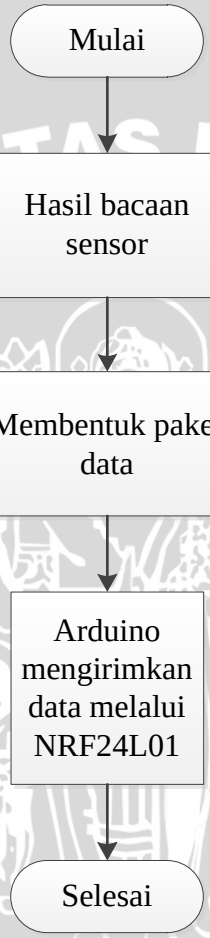
Panjang Data	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte
Nama Slot	Header	Form_ID	To_ID	Data	General Purpose	Tambahan

Tabel 4.2. Keterangan Paket Data

No	Nama Slot	Deskripsi
1.	Header	Paket data ini digunakan untuk mendeteksi awal data
2.	Form_ID	Slot berisi ID pengirim
3.	To_ID	Slot berisi ID penerima
4.	Data	Variabel khusus untuk sensor yang digunakan untuk menyimpan data
5.	General Purpose	Variabel untuk kebutuhan khusus jika dibutuhkan
6.	Tambahan	Variabel untuk kebutuhan khusus jika dibutuhkan

4.1.6. Perancangan Algoritma Mengirim Data

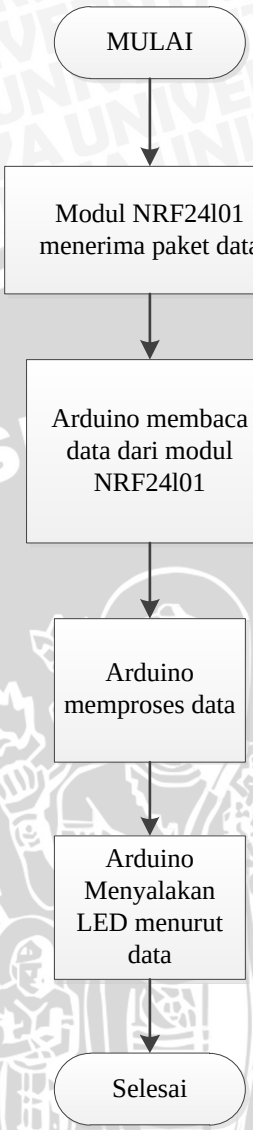
Perancangan algoritma mengirim data digunakan sebagai dasar algoritma pada saat melakukan pembuatan program pengiriman data dari *node* sensor ke pada node pusat. Sehingga program dapat bekerja seperti yang diharapkan. Diagram alir tentang pengiriman data terdapat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Perancangan Pengiriman Data

4.1.7. Perancangan Algoritma Menerima Data

Perancangan algoritma menerima data digunakan sebagai dasar algoritma pada saat melakukan pembuatan program penerimaan data dari *node* sensor ke pada node pusat. Sehingga program dapat bekerja seperti yang diharapkan. Diagram alir tentang pengiriman data terdapat pada gambar 4.9.



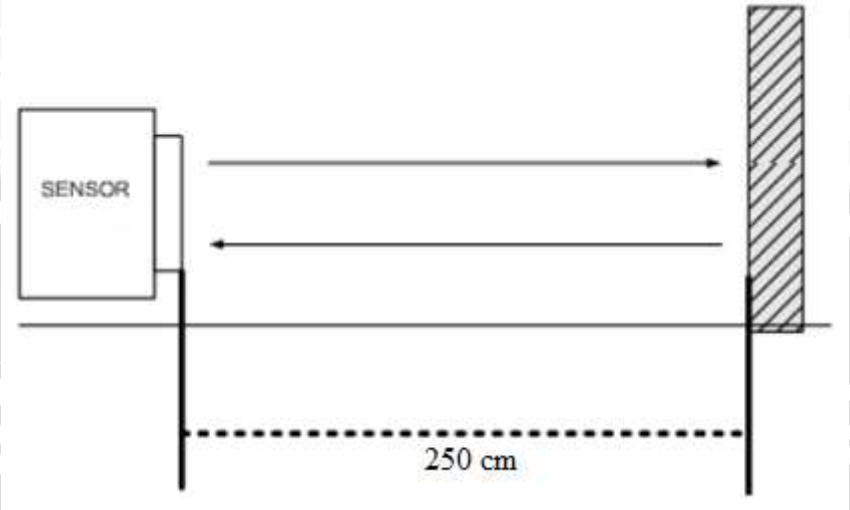
Gambar 4.9. Perancangan Penerimaan Data

4.1.8. Perancangan Uji Coba Sistem

Perancangan uji coba sistem ini dilakukan untuk menguji kerja sistem apakah dapat bekerja seperti yang di harapkan. Dalam penelitian ini, pengujian akan dilakukan 4 tahap. Yaitu :

4.1.8.1. Pengujian Mengenai Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya

Pada pengujian mengenai perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya kondisi pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10. Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya

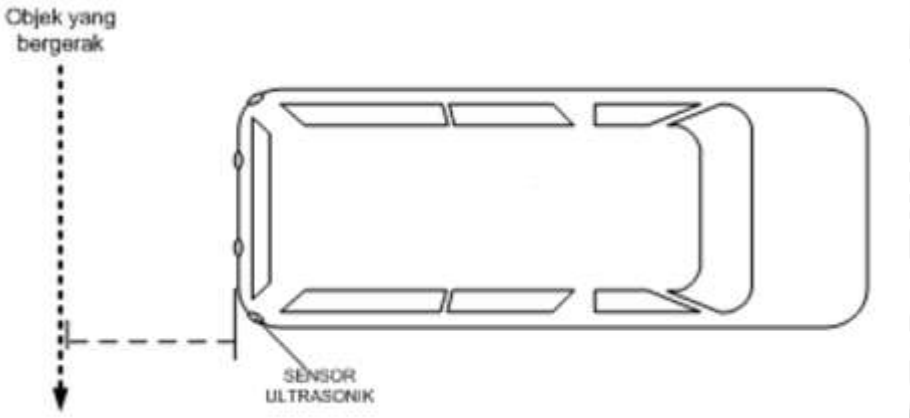
Tinggi sensor dengan tanah adalah 50 cm; Benda penghalang berbentuk persegi panjang ukuran 65 x 45 x 14cm dengan permukaan datar; Benda penghalang digeser menjauhi sensor dengan interval jarak 3, 5, 10, 20, dan 40cm. Berikut contoh tabel pengujiannya :

Tabel 4.3. Contoh Tabel Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya

No	Percobaan	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak pada Serial Monitor (cm)	Error (cm)	% Error
1					
.....					
10					
Rata-rata					

4.1.8.2. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek yang sedang Bergerak

Pada pengujian mengenai pengaruh objek yang sedang bergerak pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.11. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak

Pada percobaan ini kondisi pengukuran yang dilakukan adalah jarak pengukuran objek pada jarak: 60 cm dan 160 cm; Objek yang digunakan: Sepeda Motor dan Manusia. Objek bergerak tepat di depan sensor.

Berikut contoh tabel pengujian pada sepeda motor dan manusia :

Tabel 4.4. Contoh Tabel Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Sepeda Motor

No	Percobaan	Kecepatan (KM/Jam)	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)	Status
1					
....					
10					

Tabel 4.5. Contoh Tabel Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Manusia

No	Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)	Error (cm)	% Error	Status
1						
....						
10						
Rata-rata error						

4.1.8.3. Pengujian Mengenai Tingkat *Reliability* Modul dan Komponen

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat reliability modul dan komponen, jika diberi tegangan dan diputus secara berulang kali. Kondisi itu untuk menggambarkan ketika kendaraan dihidukan dan di matikan berulang kali.

Kondisi yang dilakukan pada pengujian ini adalah :

1. Alat terpasang di *prototype* mobil.
2. Setelah menyala 5 detik, alat dimatikan dan langsung dinyalakan lagi.
3. Percobaan dilakukan selama 100 kali.
4. Jarak benda pada saat percobaan tetap.

Berikut contoh tabel pengujiannya :

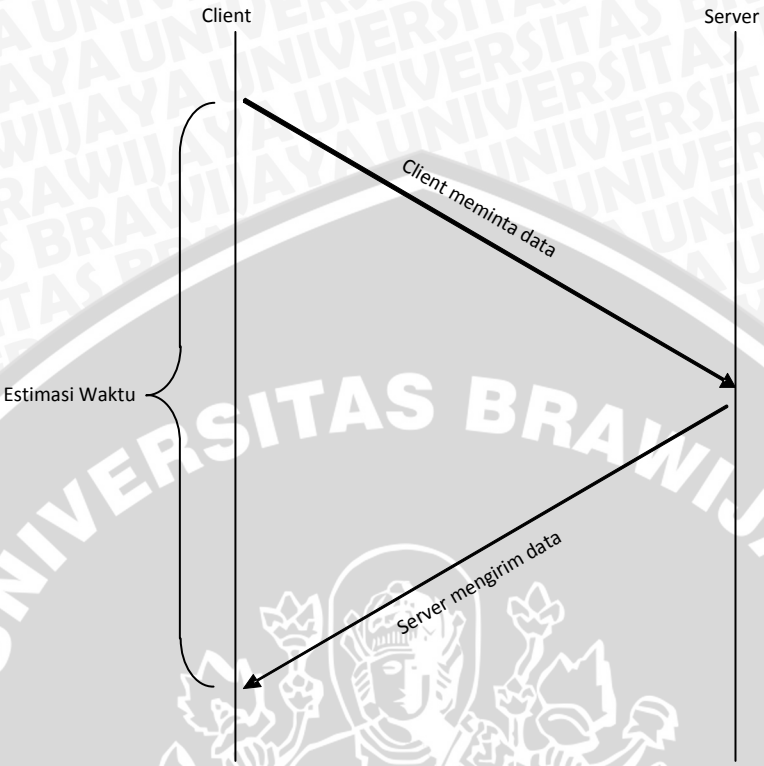
Tabel 4.6. Contoh Tabel Pengujian *reliability* modul dan komponen

No	Percobaan	LED	Sensor
1	1 s/d 10	No Error	Error pada pengujian 08
....			
10	91 s/d 100		

Kondisi “No Error” menandakan bahwa modul atau komponen berjalan dengan baik dan normal. Kondisi “Error pada percobaan xx” pada kolom sensor menggambarkan pembacaan dari salah satu sensor melenceng jauh dari jarak sebenarnya.

4.1.8.4. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01

Pengujian komunikasi pada modul NRF24L01 dilakukan dengan melakukan pengujian menggunakan 2 buah arduino yang masing-masing terdapat modul NRF24L01. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengiriman data antar modul. Pengujian ini dilakukan dengan cara modul 1 atau modul *client* mengirimkan permintaan data ke modul 2 atau modul *server*, selanjutnya modul 2 mengirimkan data ke modul 1, dari pengiriman data dari kedua modul tersebut bisa diambil selisih waktunya, waktu inilah yang menjadi acuan seberapa lama modul ini berkomunikasi. Diagram alir komunikasi terdapat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12. Diagram alir komunikasi

4.1.8.5. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01

Pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01 dilakuan untuk mengetahui berapa *Range* maksimal dari modul komunikasi NRF24L01 dalam melakukan komunikasi dan pengirimana data. Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan 2 buah arduino yang masing-masing terdapat modul NRF24L01. Modul 1 atau modul *client* mengirimkan permintaan data ke modul 2 atau modul *server*. Kemudian setelah terjadi komunikasi antar modul, modul 1 atau modul *client* akan ditambah jaraknya atau di geser menjauhi modul 2 atau modul *server*. Dari pengujian tersebut akan di catat pada jarak berapa modul 2 atau modul *server* akan tetap dapat menerima data dari modul 1 atau modul *client* dan pada jarak berapa *server* tidak dapat lagi menerima data.

Berikut contoh tabel pengujian pada sepeda motor dan manusia :

Tabel 4.7. Contoh Tabel Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01

No	Percobaan	Jarak Antar Modul (cm)	Status	% Data Masuk
1				
....				
....				
Rata-rata % data masuk				

4.1.8.6. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama

Pengujian mengenai pengukuran jarak yang dikur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama dilakuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor saat sensor dan objek bergerak bersama. Pengujian pertama dilakukan dengan cara objek bergerak bersama dalam satu arah. Jarak antara sensor dan objek akan diukur oleh sensor dan akan dibandingkan dengan jarak pada *serial monitor*. Interval jarak antar sensor dan objek adalah 20cm, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, dan 250cm. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap jarak dan diambil rata-ratanya. Pengujian dilakukan saat sensor dibelakang dan di depan objek. Pengujian kedua dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap objek sepeda motor yang sedang bergerak bersama. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pembacaan sensor dari samping kanan dan kiri objek pada saat objek dan sensor bergerak bersama. Pengujian dilakukan pada kecepatan 10km/jam, 20km/jam, dan 30km/jam. Interval jarak antar sensor dan objek adalah 50cm, 100cm, dan 250cm. LED dan *Buzzer* digunakaan sebagai indikator saat sensor dapat membaca objek. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap jarak, posisi, dan kecepatan kemudian akan diambil rata-ratanya.

Berikut contoh tabel pengujian mengenai pengukuran jarak yang dikur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama :

Tabel 4.8. Contoh Tabel Pengujian pengujian mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama

No	Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)	Error (cm)	% Error
1					
....					
....					
Rata-rata error					

Tabel 4.9. Contoh Tabel Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Sepeda Motor Bergerak Bersama

No	Posisi	Kecepatan (km/jam)	Jarak (cm)	LED	*Buzzer*
1	Kiri			No Error	No Error
....	Kanan			No Error	Error
....					

4.1.8.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan menaruh benda berukuran 25cm x 30cm didepan sensor. Jarak antara sensor dan objek akan ditambah semakin menjauhi sensor dan dilakukan pendekatan dari kanan, kiri dan tengah secara bergantian. Interval jarak antar sensor dan objek adalah 0cm, 20cm, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, dan 250cm. Nyala LED dan *Buzzer* akan diamati sebagai tolak ukur dari sistem.

Berikut contoh tabel pengujian keseluruhan sistem :

Tabel 4.10. Contoh Tabel pengujian keseluruhan sistem :

No	Percobaan	Posisi	Jarak (cm)	LED	*Buzzer*
1				No Error	Error
....					
....					

4.2. Implementasi Sistem

Pada implementasi sistem membahas mengenai tahapan implementasi sistem perangkat lunak dan perangkat keras untuk *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor yang di dapat dari analisis kebutuhan dan proses perancangan perangkat lunak dan perangkat keras. Implementasi terdiri atas penjelasan tentang spesifikasi sistem, batasan-batasan dalam implementasi, dan implementasi perangkat keras, perangkat lunak dan implementasi algoritma dari sistem.

4.2.1. Spesifikasi Lingkungan Sistem

Implementasi dan pengujian sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor dikembangkan dalam lingkungan implementasi yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

4.2.1.1. Spesifikasi Lingkungan Perangkat Keras

Spesifikasi lingkungan perangkat keras yang dipakai dalam proses pengembangan untuk implementasi dan pengujian sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor dijelaskan pada tabel 4.7. sebagai berikut :

Tabel 4.11. Spesifikasi lingkungan perangkat keras

Laptop Asus	
Processor	Intel (R) Core (TM) i3 2310M CPU @ 2.10GHz
Memory (RAM)	4 GB
Harddisk	596 GB
Arduino Pro Mini	
Microcontroller	Atmega328
Operating Voltage	5V (depending on model)
Input Voltage	5 - 12 V (5V model)
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (of which 2 KB used by bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Clock Speed	16 MHz (5V model)
NRF24L01	
Gelombang	2.4 GHz ISM band
Communication Interface	SPI (Serial Pheripheral Interface)

Operating Voltage	5V DC
Sensor HC-SR04	
Jangkauan deteksi	2cm sampai kisaran 400 -500cm
Sudut deteksi terbaik	15 derajat
Tegangan kerja	5V DC
Frekuensi Ultrasonik	40 kHz
LED	
Diameter penampang	10 mm
Jumlah kaki	2 (dua), kaki anoda (+) dan katoda (-)
Tegangan pada LED menurut warna	1. Merah : 1,8 V – 2,1 V 2. Hijau : 2,6 V
PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller	
Kecepatan membaca dan menulis data	*256 bytes buffer each for upstream and downstream data flow*
Microcontroller	*PL2303hx*
Pin yang di gunakan	5 pin a. Pin *output* 5V b. Pin TXD

	c. Pin RXD d. Pin GND e. Pin DTR_N
MICRO *BUZZER* 5V DC / 20mA PCB TYPE - SEALED	
tone type	*Single*
rated voltage	*5V DC*
sound level	*87dB*

4.2.1.2. Spesifikasi Lingkungan Perangkat Lunak

Spesifikasi lingkungan perangkat lunak yang dipakai dalam proses pengembangan untuk implementasi dan pengujian sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor dijelaskan pada tabel 4.7. sebagai berikut :

Tabel 4.12. Spesifikasi lingkungan perangkat lunak

Laptop Asus	
Operating System	Microsoft Windows 7 Profesional 64-bit
Arduino IDE	
Versi	1.0.5-r2
Programming Language	C
EAGLE	
Versi	6.4.0

4.2.2. Batasan – Batasan Implementasi

Beberapa batasan dalam implementasi sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor adalah sebagai berikut :

1. *Board* untuk *Node* pusat dan *Node* sensor memiliki desain yang sama, dikarenakan apabila terjadi kerusakan di salah satu *Board*, akan mudah untuk melakukan substitusi *Board*.
2. Pada implementasi semua *Board Node* sensor maupun *Board Node* pusat diberi pin untuk pemasanangan modul sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor jarak
3. LED sebagai *User Interface* di pasang pada semua *Board* untuk memudahkan substitusi saat ada kerusakan *Board.*
4. Pemrograman dengan menggunakan bahasa C.
5. *Prototype* kendaraan menggunakan kaca akrilik.

4.2.3. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor menggunakan berbagai macam perangkat keras sesuai dengan perancangan. Berikut implementasi dari perancangan yang sudah dibuat :

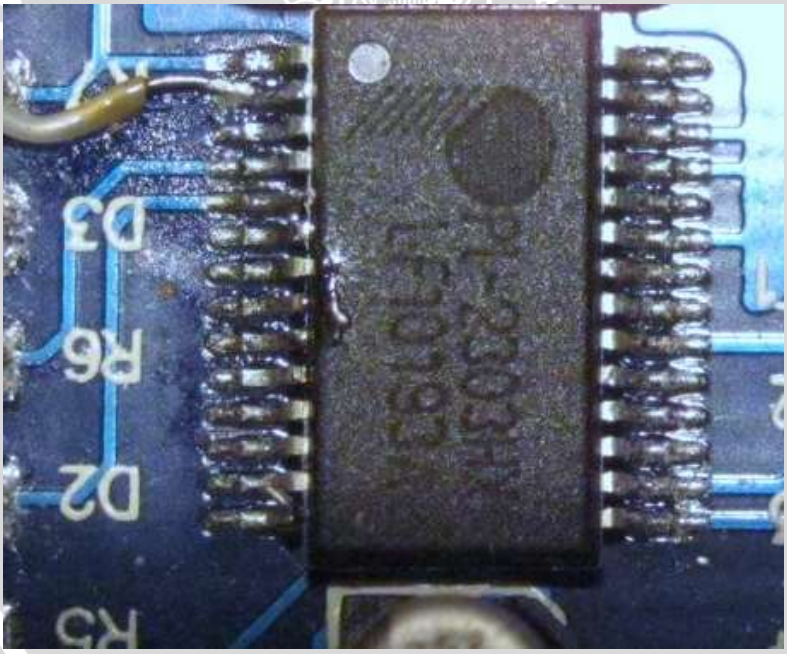
4.2.3.1. Implementasi *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller*

PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller digunakan untuk melakukan transfer data dan melakukan hubungan dari laptop ke pada *Arduino Pro Mini*. Selain itu *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller* digunakan untuk melakukan *Upload* program *Arduino* yang telah di lakukan *Coding* di laptop.

Pada *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller* dilakukan implementasi dengan melakukan penyambungan dengan melakukan *soldering* kabel *jumper male* pada pin DRT_N untuk disambungkan ke pin DTR di *Arduino Pro Mini.*

Ketika melakukan upload program atau mengirimkan sketsa ke *Arduino Pro Mini*, akan dilakukan penarikan pin serial yang disebut DTR *low* yang akan me-reset *Arduino Pro Mini*. Hal ini dapat dilakukan secara manual dengan menekan tombol reset *Arduino Pro Mini* selama beberapa detik setelah mengirim sketsa atau upload program. Hal ini dapat memakan waktu dan membuat pengerjaan menjadi repot dan sedikit rumit, tetapi hal tersebut bisa dilakukan dengan sukses dengan beberapa latihan.

Pada *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller* keluaran pabrik tidak menggunakan pin DTR, sehingga harus dimodifikasi untuk dapat menggunakan *Auto Reset* pada saat melakukan upload program atau mengirimkan sketsa ke *Arduino Pro Mini*.



Gambar 4.13. *Soldering* pada pin DTR_N

Pada gambar 4.13. dilakukan *soldering* pada pin 2 atau pin DTR_N pada *Chip* PL-2303hx. *Soldering* dilakukan mengggunakan kabel untuk satu (dan hanya satu) pin pada *Chip* PL-2303hx. Jarak antar pin terpisah 0,025 inci (0.65mm). *Soldering* pada pin 2 ini tidak boleh sampai tersambung pada pin 1 maupun pin 3. [MSU-14]

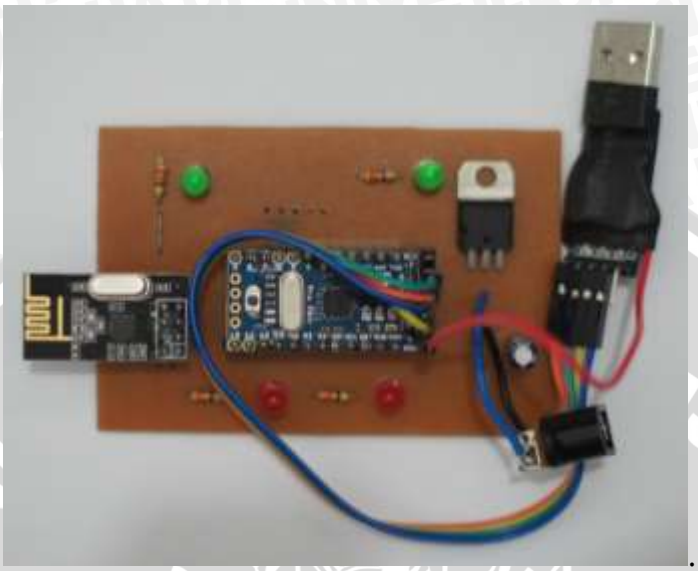
Jika sudah dilakukan *soldering* pada pin 2, maka yang dilakukan pembungkusan dengan menggunakan *Tube Heat Wrap Shrink* atau selang bakar. Hal tersebut dilakukan agar adaptor dapat terlindungi dan agar kabel yang di solder di Chip PL-2303hx tidak gampang lepas dan dapat terlindungi.

Gambar 4.14. Pembungkusan dengan menggunakan *Tube Heat Wrap*

Kemudian dilakukan adalah melakukan sambungan antara adaptor dengan *Arduino Pro Mini.* Pengaturan penyambungannya adalah sebagai berikut :

PL-2303		*Arduino Pro Mini*
5V	⟷	VCC
GND	⟷	GND
RXD	⟷	RXI
TXD	⟷	TXD
DTR	⟷	DTR

Setelah dilakukan penyambungan antara *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controlle* dan *Arduino Pro Mini* seperti pada gambar 4.15.

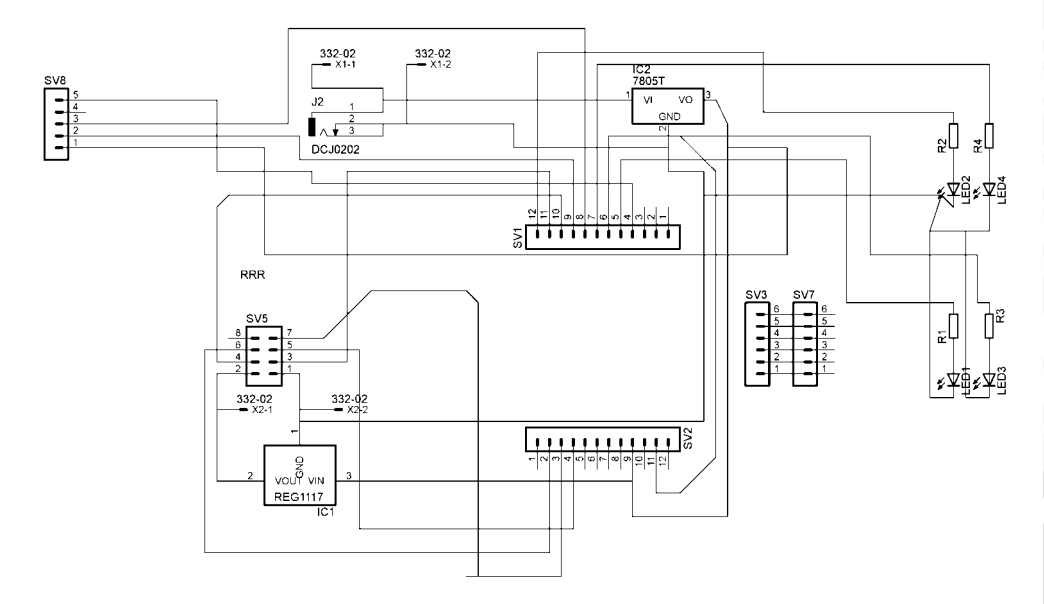


Gambar 4.15. Penyambungan antara *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller* dan *Arduino Pro Mini*

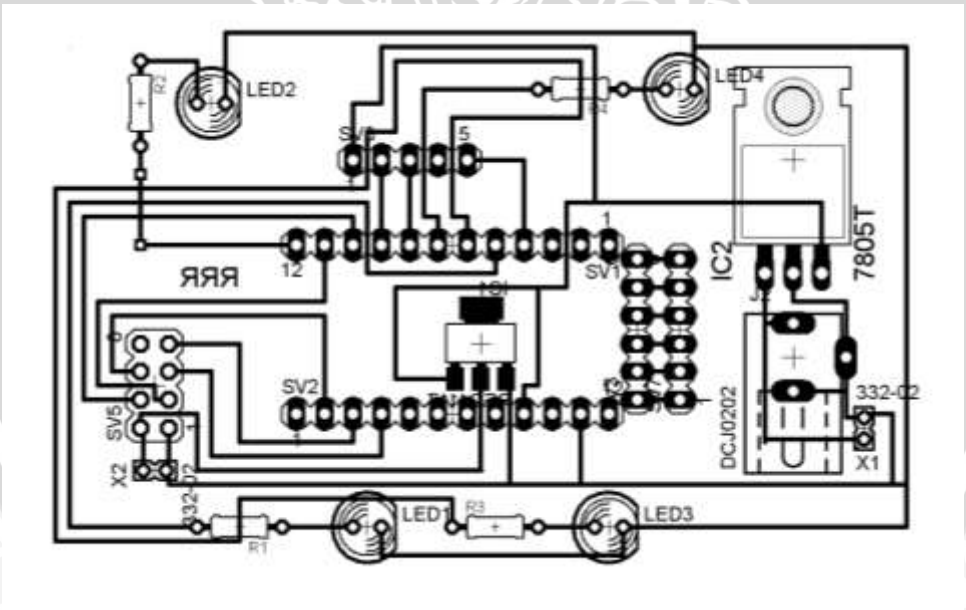
4.2.3.2. Implementasi *Printed Circuit Board* (PCB)

Sesuai dengan perancangan telah di rancang *Printed Circuit Board* (PCB) untuk *node* sensor dan *node* pusat dari sistem *Blind Spot Sensor*. Pada implementasinya desain dari *node* sensor dan *node* pusat dirancang memiliki desain yang sama. Hal itu di karenakan agar apabila terjadi kerusakan akan mudah untuk melakukan substitusi dari PCB yang rusak. Sehingga sebuah *node* sensor dapat dirubah menjadi *node* pusat, dan dari *node* pusat dapat dirubah menjadi *node* sensor.

Perancangan PCB dilakukan dengan menggunakan aplikasi EAGLE versi 6.4.0. pada aplikasi tersebut dilakukan penyusunan skema rangkaian dari sistem *Blind Spot Sensor* yang terdapat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16. Skematik Rangkaian Sistem



Gambar 4.17. *Printed Circuit Board* Sistem

Pada rangkaian sistem yang terdapat pada gambar 4.16. telah dirancang sistem *Blind Spot Sensor*. Dimana akan terdapat beberapa komponen yang menyusun sistem. Komponen-komponen tersebut adalah :

Tabel 4.13. Komponen sistem *Blind Spot Sensor*

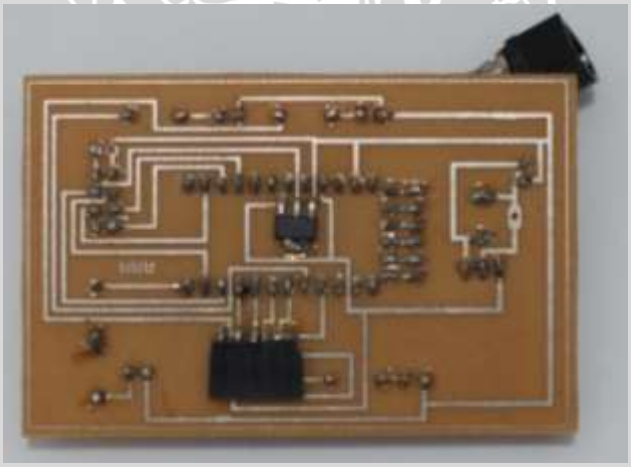
Nama Komponen	Jumlah
Pin Header Female untuk *Arduino Pro Mini*	36-pin
Pin Header Female untuk *Sensor HC-SR04*	5-pin
Pin Header Female untuk *NRF24L01*	8-pin
LED berwarna merah	2
LED berwarna hijau	2
Resistor 120Ω	4
Regulator 1117 3 volt	1
IC 7805T , 5V, 1.5A TO220 Voltage Regulator	1
5.5×2.1 mm Female PCB charger dc power jack power plug solder	1
Kapasitor 1µF	1

Komponen-komponen yang terdapat pada tabel 4.9. digunakan untuk satu PCB. Semua komponen tersebut terdapat pada semua *node* sensor dan *node* pusat dari sistem *Blind Spot Sensor*.

Pada gambar 4.17. terdapat *Printed Circuit Board* (PCB) dari sistem *Blind Spot Sensor*. Dari skema PCB tersebut akan dilakukan pencetakan *Printed Circuit Board* (PCB). Setelah melakukan pencetakan maka dilakukan *soldering* komponen-komponen dari sistem. Hasil dari *soldering* komponen-komponen sistem terdapat pada gambar 4.18.

Gambar 4.18. Pencetakan dan *Soldering* Komponen Sistem (*Top View*)

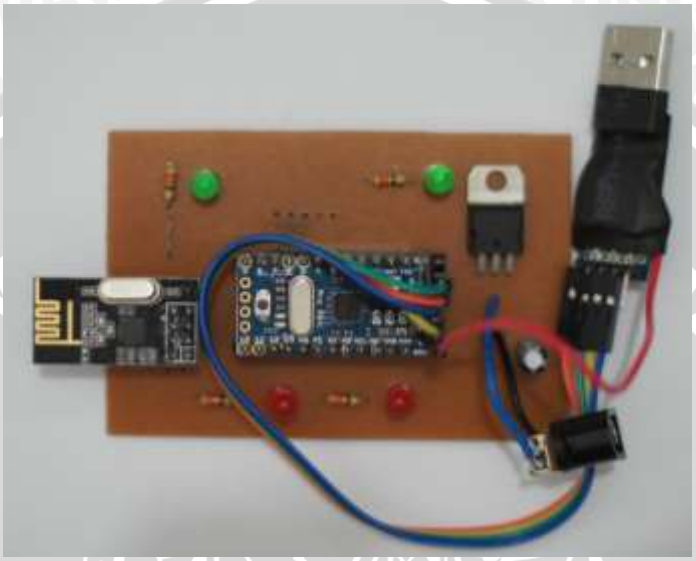
Sumber : Implementasi



Gambar 4.19. Pencetakan dan *Soldering* Komponen Sistem (*Back View*)

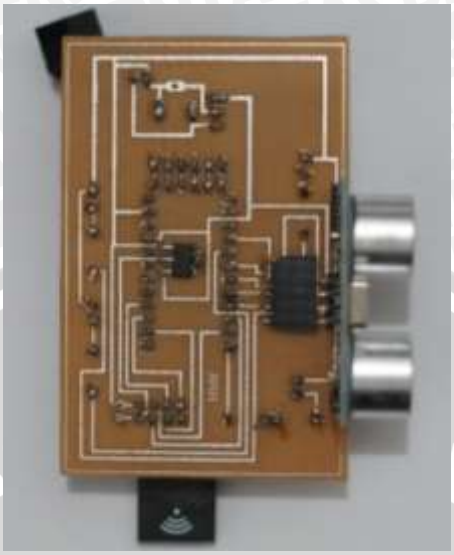
Sumber : Implementasi

Setelah di lakukan *soldering* pada seluruh PCB dari sistem *Blind Spot Sensor* maka dilakukan pemasangan komponen sistem berupa *Arduino Pro Mini*, NRF24L01, Sensor HC-SR04 dan *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller*. Pemasangan komponen sistem tersebut terdapat pada gambar 4.20.



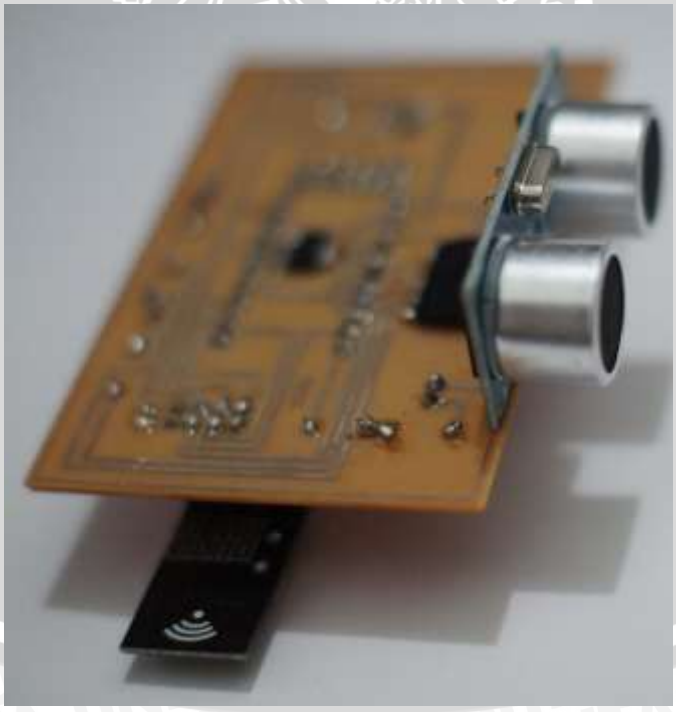
Gambar 4.20. Pemasangan Komponen Sistem (*Top View*)

Sumber : Implementasi



Gambar 4.21. Pemasangan Komponen Sistem (*Back View*)

Sumber : Implementasi



Gambar 4.22. Pemasangan Komponen Sistem (*Side View*)

Sumber : Implementasi

4.2.4. Implementasi Pengukuran Jarak Aman Antar Kendaraan

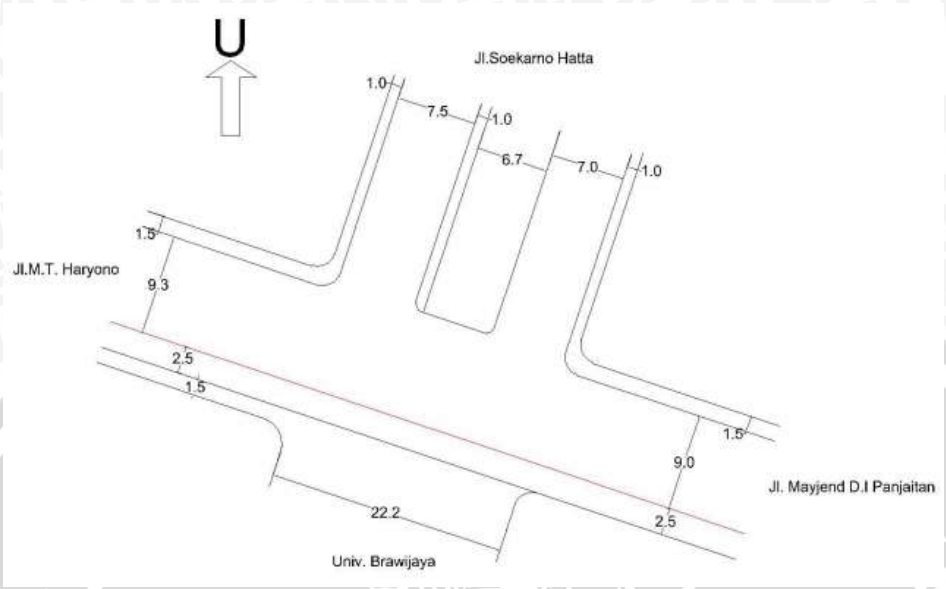
Pada implementasi dari sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor dilakukan pula pengukuran jarak aman antar kendaraan. Pada pengukuran tersebut dilakukan dengan uji sampling. Pada pengukuran jarak aman antar kendaraan uji sampling di lakukan pada Simpang Soekarno Hatta, Malang, Jawa Timur.

Simpang Soekarno-Hatta banyak dipengaruhi oleh pergerakan dari dalam kampus Universitas Brawijaya dan aktivitas para pekerja yang berangkat maupun pulang. Adanya median yang membatasi dua arah yang berlawanan, menimbulkan rendahnya kepadatan lalu lintas pada suatu ruas jalan [MA-10]. Simpang Soekarno-Hatta terlihat pada gambar 4.23. berikut:

Gambar 4.23. Simpang Soekarno-Hatta

Sumber : google map

Pada gambar 4.24. terdapat data geometri dari Simpang Soekarno-Hatta :



Gambar 4.24. Data Geometri Dari Simpang Soekarno-Hatta

Sumber : [BTI-14]

Terdapat 1 arah yaitu ST (lurus).

Arah : ST (menghitung jumlah kendaraan lurus)

$LV = 165\ kend/jam = 165\ x\ 1{,}0 = 165\ smp/jam$

$HV = 4\ kend/jam = 4\ x\ 1{,}3 = 5{,}2\ smp/jam$

$MC = 940\ kend/jam = 940\ x\ 0{,}2 = 188\ smp/jam$

$Total = 165 + 5{,}2 + 188 = 358{,}2\ smp/jam$

Total dari seluruhan kendaraan yaitu 358,2 smp/jam.

1) Volume jam puncak simpang MT Haryono-Soekarno Hatta

Tabel 4.14 menampilkan penentuan volume jam puncak dalam satuan smp/jam pada simpang. Volume jam puncak diketahui pada Jumat sore dengan 4984,8 (smp/jam) [ADC-14].

Tabel 4.14 Penentuan Volume Jam Puncak

waktu	Hari	Jumat
	Senin(smp/jam)	Jumat(smp/jam)
Pagi	4546,8	4126,4
Sore	4908,4	4984,8

2) Kapasitas simpang MT Haryono-Soekarno Hatta

Hasil perhitungan kapasitas simpang MT Haryono-Soekarno Hatta secara lengkap pada Lampiran 1 [ADC-14]. Sebagai contoh perhitungan kapasitas untuk pendekat U berdasarkan pada persamaan :

$C = S \; x \; g/c$

$C = 1083 \; x \; 16/103$

$C = 168$ (smp/jam)

Nilai S diperoleh berdasarkan pada persamaan :

$S = S0 \; x \; FCS \; x \; FSF \; x \; FG \; x \; FP \; x \; FRT \; x \; FLT$

$S = 1200 \; x \; 0{,}95 x \; 0{,}95 \; x \; 1 \; x \; 1 \; x \; 1 \; x \; 1$

$S = 1083$ (smp/jenuh)

Nilai $S0$ diperoleh berdasarkan pada Persamaan :

$S0 = 600 \; x \; We$

$S0 = 600 \; x \; 2$

$S0 = 1200$ (smp/jam)

Nilai S dan $S0$ untuk menentukan nilai kapasitas (C). Sedangkan nilai C untuk mendapatkan derajat kejenuhan (ds).

3) Derajat kejenuhan simpang MT Haryono-Soekarno Hatta

Hasil perhitungan derajat kejenuhan simpang MT Haryono-Soekarno Hatta secara lengkap pada Lampiran [ADC-14]. Sebagai contoh perhitungan untuk pendekat U berdasarkan persamaan :

$ds = Q/C$

$ds = 7/168$

$ds = 0{,}04$

Nilai ds untuk menentukan tingkat pelayanan simpang.

Sebagai contoh perhitungan jarak antar kendaraan pada ruas jalan Sumbersari. Hasil perhitungan lengkap pada Tabel 4.15.

Nilai arus lalu lintas Q dicari dengan persamaan :

$$Ds = \frac{Q}{C}$$

$$0{,}8 = \frac{Q}{1614}$$

$$Q = 1613 \times 0{,}8$$

$$Q = 1290{,}4 \text{ smp/jam}$$

$$Q = V$$

Nilai arus lalu lintas Q (smp/jam) = Nilai volume lalu lintas V (smp/jam)

Nilai V ini akan dimasukkan kedalam persamaan :

$$V = S \times D$$

$$D = 32{,}3 \text{ kendaraan}$$

Menurut rumus untuk penghitungan jarak antar kendaraan yang di dapat dari rumus menghitung volume kendaraan lalu lintas dibutuhkan beberapa referensi. Referensi dalam menghitung jarak antar kendaraan pada sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor didapat dengan melakukan sampling pengujian di Simpang Soekarno-Hatta. Pada tabel 4.10. terdapat referensi data dari Simpang Soekarno-Hatta. Data tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15. Referensi / Arus Stabil Simpang Soekarno-Hatta

Simpang	Ruas jalan	Referensi Kecepatan (km/jam)	Derajat kejenuhan	Kapasitas	volume maksimal	padat
Simpang Soekarno-Hatta	MT Haryono	40	0,8	1613	1290	32,3
	D.I panjaitan	40	0,8	264	211	5,3
	Rata-rata	40	0,8	938,5	750,5	18,8

Referensi kecepatan rata-rata dari Simpang Soekarno-Hatta didapat dari Peringatan kecepatan yang harus ditempuh oleh kendaraan juga dipasang pada rambu lalu lintas di persimpangan yaitu 40 km seperti pada gambar berikut:

Gambar 4.25. Rambu lalu lintas 40 km

Sumber : Pengamatan

Dari tabel Tabel 4.9. Referensi / Arus Stabil Simpang Soekarno-Hatta dapat dilakukan pengukuran jarak antar kendaraan. Pada penghitungan pengukuran jarak antar kendaraan yang di gunakan adalah angka rata-rata dari tiap ruas jalan pada Simpang Soekarno-Hatta. Berikut ini adalah penghitungan pengukuran jarak antar kendaraan :

$$D = \frac{5{,}280}{da}$$

$$da \times D = 5{,}280$$

$$da = \frac{5{,}280}{D}$$

Dari tabel 4.15. diketahui nilai rata-rata kepadatan lalu-lintas pada Simpang Soekarno-Hatta atau nilai D adalah 18,8 smp/jam. Kemudian nilai *da* adalah :

$$da = \frac{5{,}280}{18{,}8}$$

da = 0,28 feet

da = 8,5344 cm

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka diketahui jarak aman antar kendaraan di Simpang Soekarno-Hatta adalah 8,5344 cm. Berdasarkan data tersebut maka sensor jarak harus dapat mengukur pada jarak 8,5344 cm karena itu jarak aman antar kendaraan di Simpang Soekarno-Hatta pada saat terjadi kemacetan total.

4.2.5. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi sistem *Blind Spot Sensor* dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor menggunakan berbagai macam perangkat lunak sesuai dengan perancangan. Berikut implementasi dari perancangan yang sudah dibuat :

4.2.5.1. Program Pengukuran Jarak Sensor HC-SR04

Dalam perancangan tahap program pengukuran jarak sensor HC-SR04 dilakukan penulisan program di *Arduino* IDE versi 1.0.5-r2 dan menggunakan bahasa pemrograman C. Berikut adalah implementasi untuk program pengukuran jarak sensor HC-SR04 :

Tabel 4.16. Implementasi Program Pengukuran Jarak Sensor HC-SR04

```
1.  const int trig = 6;
2.  const int echo = 5;
3.
4.  void setup()
5.  {
6.    Serial.begin(9600);
7.
8.      pinMode(trig, OUTPUT);
9.      pinMode(echo, INPUT);
10. }
11. void loop()
12. {
13.   digitalWrite(trig, LOW);
14.   delayMicroseconds(2);
15.   digitalWrite(trig, HIGH);
```

```
16.    delayMicroseconds(5);
17.    digitalWrite(trig, LOW);
18.
19.    duration = pulseIn(echo, HIGH);
20.
21.     cm = microsecondsToCentimeters(duration);
22.
23.    Serial.print(cm);
24.    Serial.print("cm");
25.    Serial.println();
26.
27.
28.  }
29.
30.
31.  long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
32.  {
33.    return microseconds / 29 / 2;
34.  }
```

Pada program pengukuran jarak sensor HC-SR04 *pin trigger* pada sensor di set pada pin 6 pada *Arduino*. Sedangkan *pin echo* di set pada pin 5 pada *Arduino.* Inisialisasi *serial Communications* atau *Baud Rate* di set pada 9600. *Pin Mode* untuk *pin trigger* adalah *output. Pin Mode* untuk *pin echo* adalah *input.* Kemudian pada fungsi *Void Loop* dilakukan penetapan variabel *long duration, inches,* dan *cm*. Dengan fungsi perintah *digitalWrite, trigger* di berikan pulsa bernilai LOW selama 2 microseconds dengan fungsi perintah *delayMicroseconds.* Hal tersebut yang berguna untuk memastikan pulsa HIGH bersih. Setelah pulsa HIGH bersih, Dengan fungsi perintah *digitalWrite trigger* di berikan pulsa bernilai HIGH selama 5 microseconds dengan fungsi perintah *delayMicroseconds.* Kemudian *trigger* diberikan pulsa LOW. *digitalWrite* berfungsi untuk menulis nilai HIGH atau nilai LOW pada *digital pin.* Sedangkan *delayMicroseconds* berfungsi untuk memberikan *delay* dalam mikrodetik.

Setelah itu pada variabel *duration, echo* diberikan nilai HIGH dengan perintah fungsi *pulesIn.* Fungsi berguna untuk membaca pulsa (baik tinggi atau rendah) pada pin. Misalnya, jika nilai adalah HIGH, *pulseIn ()* menunggu untuk pin untuk menjadi HIGH, mulai waktu, kemudian menunggu pin untuk menjadi LOW dan waktu berhenti. Mengembalikan panjang dari pulsa dalam mikrodetik. Berhenti dan kembali 0 jika tidak ada pulsa yang dimulai dalam *Time Out* yang ditentukan.

Mengkonversi waktu menjadi jarak dilakukan dengan fungsi *microsecondsToCentimeters*. Dimana yang dikonversi adalah variabel *duration* dan hasil konversi tersebut di letakkan pada variabel *cm*. *microsecondsToCentimeters* sendiri merupakan sebuah fungsi dimana *microsecondsToCentimeters* memiliki tipe data *long integer*. Fungsi *microsecondsToCentimeters* akan mengolah nilai *microseconds* yang juga mempunyai tipe data *long integer* dengan rumus : *microseconds* / 29 / 2. Rumus tersebut di dapat dari kecepatan suara adalah 340 m/detik atau 29 mikrodetik per sentimeter. Kemudian gelombang dari sensor dipancarkan keluar dan kembali, sehingga untuk menemukan jarak. Objek yang di ukur mengambil setengah dari jarak yang ditempuh. Sehingga rumusnya *microseconds* dibagi kecepatan suara, dibagi 2 karena setengah jarak gelombang pergi dan pulang ke sensor. Rumus tersebut dengan fungsi *Return* akan dikembalikan nilainya ke fungsi *microsecondsToCentimeters*, karena fungsi dari fungsi *Return* adalah menghentikan fungsi dan mengembalikan nilai dari fungsi ke fungsi panggilan, jika diinginkan.

Setelah melakukan konversi dari waktu ke jarak, akan dilakukan pencetakan data dari variabel *cm* dan *string* "cm" dengan perintah *Serial.print()*. Dan kemudian diberi perintah *Serial.println()* untuk pencetakan pada baris yang baru. Pencetakan dilakukan untuk melakukan pengecekan fungsi sensor dan pengujian jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya. Pengecekan dan pengujian sensor dapat di amati pada *Serial Monitor*. Fungsi *Void Loop* kemudian diberi *delay* sebesar 100 mikrodetik.

4.2.5.2. Program Penerimaan Data

Tabel 4.17. Implementasi Program Penerimaan Data

```
1.  #include <SPI.h>
2.  #include <Mirf.h>
3.  #include <nRF24L01.h>
4.  #include <MirfHardwareSpiDriver.h>
5.
6.    long duration, cm, hasil1 = 0, hasil2 = 0;
7.    int led1 = 2, led2 = 9, led3 = 3, led4 = 4;
8.  byte kirim[6]={'E',0,0,1,1,1};
9.  byte data[6]= {'E',0,0,0,0,0};
10.
11. void setup()
```

```
12. {
13.   Serial.begin(9600);
14.   Mirf.spi = &MirfHardwareSpi; //Set the SPI Driver.
15.   Mirf.init(); // Setup pins / SPI.
16.
17.   Mirf.setRADDR((byte *)"broadcast");
18.   Mirf.setTADDR((byte  *)"broadcast");  //Configure  reciving
19. address
20.
21.   Mirf.payload = sizeof(data); //Set the payload length to
22. sizeof(unsigned long
23.
24.   Mirf.config();
25.
26. }
27.
28. /*-------------------------Recive Func-----------------------
29. ----*/
30. void recive(){
31.
32.  if( !Mirf.isSending() && Mirf.dataReady()){
33.    Mirf.getData(data);
34.   }
35. }
```

Program penerimaan data di gunakan *node* pusat untuk melakukan penerimaan data dari *node sensor* secara *wireless* menggunakan nRF24L01. Berikut ini penjelasan dari program penerimaan data :

1. Baris 1 sampai dengan 4 digunakan untuk untuk mengaktifkan fungsi *library*. Mulai *library* SPI, Mirf, nRF24L01 dan Mirf Hardware Spi Driver.
2. Baris 6 sampai dengan 7 digunakan untuk deklarasi variabel dengan menggunakan tipe data *long*.
3. Baris 8 sampai dengan 9 digunakan untuk deklarasi paket data.
4. Baris 11 sampai dengan 24 adalah fungsi *setup* dimana di dalam fungsi tersebut terdapat inisialisasi komunikasi serial, menetapkan *driver* SPI, Setup pins / SPI, konfigurasi alamat penerima, mengatur panjang payload untuk sizeof(unsigned long) dan jenis kembalinya millis(), menulis saluran dan *payload config* saat *power up reciver*. *payload* di *client* dan *server* harus sama.
5. Baris 30 sampai dengan 35 adalah fungsi *recive* atau menerima data secara *wireless.*

4.2.5.3. Program Pengiriman Data

Tabel 4.18. Implementasi Program Pengiriman Data

```
#include <SPI.h>
#include <Mirf.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <MirfHardwareSpiDriver.h>

  long duration, cm;

byte kirim[6]={'E',0,0,1,1,1};
byte data[6]= {'E',0,0,0,0,0};

const int trig = 6;
const int echo = 5;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Mirf.spi = &MirfHardwareSpi; //Set the SPI Driver.
  Mirf.init(); // Setup pins / SPI.

  Mirf.setRADDR((byte *)"broadcast");
  Mirf.setTADDR((byte *)"broadcast");//Configure reciving
address

  Mirf.payload = sizeof(data); //Set the payload length to
sizeof(unsigned long

  Mirf.config();

}

/*Send data [E][Alamat pengirim][Alamat tujuan][0][1][0]*/

void senddata(){
  kirim[0]='E';]
  kirim[1]='B'; //alamat pengirim
  kirim[2]='A'; //alamat penerima
  kirim[4]=0;
  kirim[5]=0;

  for(int i=0; i<2; i++){

   Mirf.send(kirim);
   while(Mirf.isSending())
   {}
  }
}

void loop()
{
  digitalWrite(trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
```

```
52.     digitalWrite(trig, HIGH);
53.     delayMicroseconds(5);
54.     digitalWrite(trig, LOW);
55.
56.     duration = pulseIn(echo, HIGH);
57.
58.     cm = microsecondsToCentimeters(duration);
59.
60.     Serial.print(cm);
61.     kirim[3]=cm;
62.     Serial.print("cm");
63.     Serial.println();
64.
65.
66.     senddata();
67.   }
68.
69.   long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
70.   {
71.     return microseconds / 29 / 2;
72.   }
```

Program pengiriman data di gunakan *node sensor* untuk melakukan pengiriman data kepada *node* pusat secara *wireless* menggunakan nRF24L01. Berikut ini penjelasan dari program pengiriman data :

1. Baris 1 sampai dengan 4 digunakan untuk untuk mengaktifkan fungsi *library*. Mulai *library* SPI, Mirf, nRF24L01 dan Mirf Hardware Spi Driver.
2. Baris 6 digunakan untuk deklarasi variabel dengan menggunakan tipe data long.
3. Baris 8 sampai dengan 9 digunakan untuk deklarasi dan penetapan paket data.
4. Baris 11 sampai dangan 12 digunakan untuk menetapkan pin *Arduino* yang digunakan oleh pin *trig* dan *echo* sensor.
5. Baris 14 sampai dengan 29 adalah fungsi *setup* dimana di dalam fungsi tersebut terdapat inisialisasi komunikasi serial, menetapkan *driver* SPI, Setup pins / SPI, konfigurasi alamat penerima, mengatur panjang payload untuk sizeof(unsigned long) dan jenis kembalinya millis(), menulis saluran dan *payload config* saat *power up reciver*. *payload* di *client* dan *server* harus sama.

6. Baris 48 sampai dengan 67 adalah fungsi *loop* atau sama dengan program pengukuran jarak sensor HC-SR04 yang digunakan sensor untuk melakukan pengukuran jarak. Tetapi pada baris 61 ditambahkan pada paket data kirim di *array* nomor 3 di isi data dari variabel cm.
7. Baris 69 sampai dengan 72 adalah fungsi konversi bacaan sensor yang mengkonversi waktu menjadi jarak.

4.2.5.4. Program Pengolahan Hasil Bacaan Sensor Jarak

Tabel 4.19. Implementasi Program Pengolahan Hasil Bacaan Sensor Jarak

```
1.  #include <SPI.h>
2.  #include <Mirf.h>
3.  #include <nRF24L01.h>
4.  #include <MirfHardwareSpiDriver.h>
5.
6.    long duration, cm, hasil1 = 0, hasil2 = 0;
7.    int led1 = 2, led2 = 9, led3 = 3, led4 = 4 Buzzer = 5;
8.
9.  byte kirim[6]={'E',0,0,1,1,1};
10. byte data[6]= {'E',0,0,0,0,0};
11.
12. void setup()
13. {
14.   Serial.begin(9600);
15.
16.   pinMode (led1, OUTPUT);
17.   pinMode (led2, OUTPUT);
18.   pinMode (led3, OUTPUT);
19.   pinMode (led4, OUTPUT);
20.
21.   pinMode (Buzzer, OUTPUT);
22.   digitalWrite (Buzzer, LOW);
23.
24.   digitalWrite (led1, LOW);
25.   digitalWrite (led2, LOW);
26.   digitalWrite (led3, LOW);
27.   digitalWrite (led4, LOW);
28.
29.   Mirf.spi = &MirfHardwareSpi; //Set the SPI Driver.
30.   Mirf.init(); // Setup pins / SPI.
31.
32.   Mirf.setRADDR((byte *)"broadcast");
33.   Mirf.setTADDR((byte  *)"broadcast");//Configure  reciving
34. address
35.
36.   Mirf.payload = sizeof(data); //Set the payload length to
37. sizeof(unsigned long
38.
39.   Mirf.config();
40. }
```

```
41.
42.  /*-------------------------Recive  Func---------------------
43.  ------*/
44.  void recive(){
45.
46.   if( !Mirf.isSending() && Mirf.dataReady()){
47.     Mirf.getData(data);
48.    }
49.  }
50.
51.  void loop()
52.  {
53.   recive();
54.
55.   if (data[1]=='C'){
56.     hasil1=data[3];
57.
58.   Serial.println();
59.   Serial.print("Hasil1 :");
60.   Serial.print(hasil1);
61.   Serial.println();
62.   }
63.   if (data[1]=='B'){
64.     hasil2=data[3];
65.
66.   Serial.println();
67.   Serial.print("Hasil2 :");
68.   Serial.print(hasil2);
69.   Serial.println();
70.   }
71.
72.   if (hasil1 < 100 && hasil1 > 0){
73.   if (hasil2 < 100 && hasil2 > 0){
74.   digitalWrite(Buzzer, HIGH);
75.   digitalWrite(led1, HIGH);
76.   digitalWrite(led2, HIGH);
77.   digitalWrite(led3, HIGH);
78.   digitalWrite(led4, HIGH);
79.
80.   }
81.   else {
82.   digitalWrite(Buzzer, HIGH);
83.   digitalWrite(led1, HIGH);
84.   digitalWrite(led2, LOW);
85.   digitalWrite(led3, HIGH);
86.   digitalWrite(led4, LOW);
87.   }
88.   }
89.
90.   if (hasil2 < 100 && hasil2 > 0 ){
91.   if (hasil1 < 100 && hasil1 > 0){
92.   digitalWrite(Buzzer, HIGH);
93.   digitalWrite(led1, HIGH);
94.   digitalWrite(led2, HIGH);
95.   digitalWrite(led3, HIGH);
96.   digitalWrite(led4, HIGH);
```

```
97.   }
98.   else {
99.   digitalWrite(Buzzer, HIGH);
100.  digitalWrite(led1, LOW);
101.  digitalWrite(led2, HIGH);
102.  digitalWrite(led3, LOW);
103.  digitalWrite(led4, HIGH);
104.  }
105.  }
106.
107.  if ((hasil1 < 254 && hasil1 > 100 ) || (hasil2 < 254 &&
108. hasil2 > 100) ) {
109.
110.  if (hasil1 > hasil2) {
111.  digitalWrite(led1, LOW);
112.  digitalWrite(led2, HIGH);
113.  digitalWrite(led3, LOW);
114.  digitalWrite(led4, HIGH);
115.  }
116.  if (hasil1 < hasil2) {
117.  digitalWrite(led1, HIGH);
118.  digitalWrite(led2, LOW);
119.  digitalWrite(led3, HIGH);
120.  digitalWrite(led4, LOW);
121.  }
122.  if (hasil1 == hasil2) {
123.  digitalWrite(led1, HIGH);
124.  digitalWrite(led2, HIGH);
125.  digitalWrite(led3, HIGH);
126.  digitalWrite(led4, HIGH);
127.  }}}
128.
```

Program pengolahan hasil bacaan sensor jarak di gunakan *node* pusat untuk melakukan pengolahan data dari *node sensor* yang dikirimkan secara *wireless* menggunakan nRF24L01. Berikut ini penjelasan dari program pengiriman data :

1. Baris 1 sampai dengan 4 digunakan untuk untuk mengaktifkan fungsi library. Mulai library SPI, Mirf, nRF24L01 dan Mirf Hardware Spi Driver.
2. Baris 6 digunakan untuk deklarasi variabel dengan menggunakan tipe data long.
3. Baris 9 sampai dengan 10 digunakan untuk deklarasi dan penetapan paket data.
4. Baris 12 sampai dengan 41 adalah fungsi setup dimana di dalam fungsi tersebut terdapat inisialisasi komunikasi serial, menetapkan *mode* pin

LED dan *Buzzer* menjadi OUTPUT, memberikan nilai LOW atau tidak aktif pada LED dan *Buzzer* di mana LED dan *Buzzer* aktif pada kondisi HIGH, menetapkan driver SPI, Setup pins / SPI, konfigurasi alamat penerima, mengatur panjang payload untuk sizeof(unsigned long) dan jenis kembalinya millis(), menulis saluran dan payload config saat power up reciver. payload di client dan server harus sama.

5. Baris 45 sampai dengan 50 adalah fungsi *recive* atau menerima data secara *wireless.*
6. Baris 52 sampai dengan 128 adalah fungsi *loop* yang akan melakukan pencetakan paket data yang didapat dari *array* data, melakukan pencetakan nilai hasil jarak yang di dapat dari paket data "data" dari *array* nomor 3, pada fungsi ini dilakukan juga pengklasifikasian alamat node *sensor* yang digunakan untuk mengaktifkan LED. Jika pada paket data *array* 1 atau alamat pengirim berisi data "B" maka nilai *array 3* akan dimasukkan variabel hasil1, nilai dari alamat "B" akan dicetak pada *serial print* sebagai hasil1. Jika alamat pengirim berisi data "C" maka nilai *array 3* akan dimasukkan variabel hasil2, nilai dari alamat "C" akan dicetak pada *serial print* sebagai hasil2. Jika hasil1 lebih kecil dari 100cm dan lebih besar dari 0cm dan hasil2 lebih kecil dari 100cm dan lebih besar dari 0cm maka *Buzzer* dan semua LED akan menyala, jika tidak *Buzzer* dan LED 1, LED 3 akan menyala. Jika hasil2 lebih kecil dari 100cm dan lebih besar dari 0cm dan hasil1 lebih kecil dari 100cm dan lebih besar dari 0cm maka *Buzzer* dan semua LED akan menyala, jika tidak *Buzzer* dan LED 2, LED 4 akan menyala. Kemudian jika hasil1 lebih kecil dari 254cm dan lebih besar dari 100cm atau hasil2 lebih kecil dari 254cm dan lebih besar dari 100cm maka jika hasil1 lebih besar dari hasil2, led2 dan led4 akan bernilai HIGH atau aktif, jika hasil1 lebih kecil dari hasil2, led1 dan led3 akan bernilai HIGH atau aktif, jika hasil1 sama dengan hasil2, semua led akan bernilai HIGH atau aktif.

4.2.5.5. Program Pengujian Komunikasi Data NRF24L01

Tabel 4.20. Implementasi Program Pengujian Komunikasi Data *Client*

```
#include <SPI.h>
#include <Mirf.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <MirfHardwareSpiDriver.h>

void setup(){
  Serial.begin(9600);

  Mirf.spi = &MirfHardwareSpi; //Set the SPI Driver.
  Mirf.init();// Setup pins / SPI.

  Mirf.setRADDR((byte *)"clie1"); // Configure reciving address.

  Mirf.payload = sizeof(unsigned long);

  Mirf.config();

  Serial.println("Beginning ... ");
}

void loop(){
  unsigned long time = millis();

  Mirf.setTADDR((byte *)"serv1");

  Mirf.send((byte *)&time);

  while(Mirf.isSending()){
  }
  Serial.println("Finished sending");
  delay(10);
  while(!Mirf.dataReady()){

    if ( ( millis() - time ) > 1000 ) {
      Serial.println("Timeout on response from server!");
      return;
    }
  }

  Mirf.getData((byte *) &time);

  Serial.print("Ping: ");
  Serial.println((millis() - time));

  delay(1000);
}
```

Program Pengujian Komunikasi Data *Client* digunakan modul 1 atau modul *client* mengirimkan permintaan data ke modul 2 atau modul *server* secara

wireless menggunakan nRF24L01. Berikut ini penjelasan dari program pengiriman data :

1. Baris 1 sampai dengan 4 digunakan untuk untuk mengaktifkan fungsi library. Mulai library SPI, Mirf, nRF24L01 dan Mirf Hardware Spi Driver.
2. Baris 6 sampai dengan 20 adalah fungsi setup dimana di dalam fungsi tersebut terdapat inisialisasi komunikasi serial, menetapkan driver SPI, Setup pins / SPI, konfigurasi alamat penerima, mengatur panjang payload untuk sizeof(unsigned long) dan jenis kembalinya millis(), menulis saluran dan payload config saat power up reciver. payload di client dan server harus sama, dan mebcetak "Beginning ..." pada serial monitor.
3. Baris 22 sampai dengan 47 adalah fungsi *loop* yang akan melakukan pemimpanan *unsigned long time* pada *library* millis(). *Library* millis() akan Mengembalikan nilai milidetik sejak *Arduino* mulai menjalankan program. Melakukan penetapan alamat penerima yaitu "serv1", dan mengirim data berupa waktu pada variabel *time*, kemudian melakukan pencetakan "Finished Sending" saat data sudah terkirim dan memberikan *delay* 10 milidetik. Kemudian saat data sudah siap, jika nilai pada millis() dikurangi nilai pada *Time* lebih besar dari 1000 milidetik maka akan melakukan pencetakan "Timeout on response from server!". Pada baris 41 dilakukan perintah pengambilan data dan data tersebut di masukan variabel *Time*. Kemudian dilakukan pencetakan "ping" dan pencetakan nilai dari millis() dikurangi nilai dari variabel *Time.*

Tabel 4.21. Implementasi Program Pengujian Komunikasi Data *Server*

```
1.  #include <SPI.h>
2.  #include <Mirf.h>
3.  #include <nRF24L01.h>
4.  #include <MirfHardwareSpiDriver.h>
5.
6.  void setup(){
7.    Serial.begin(9600);
8.
9.    Mirf.spi = &MirfHardwareSpi; //Set the SPI Driver.
10.   Mirf.init();// Setup pins / SPI.
11.
```

```
12.   Mirf.setRADDR((byte *)"serv1"); // Configure reciving
13. address.
14.   Mirf.payload = sizeof(unsigned long);
15.
16.   Mirf.config();
17.
18.   Serial.println("Listening...");
19. }
20.
21. void loop(){
22.
23.   byte data[Mirf.payload]; //A buffer to store the data.
24.
25.   if(!Mirf.isSending() && Mirf.dataReady()){
26.     Serial.println("Got packet"); // isSending also restores
27. listening mode when it transitions from true to false.
28.
29.     Mirf.getData(data); //Get load the packet into the
30. buffer.
31.
32.     Mirf.setTADDR((byte *)"clie1");
33.
34.     Mirf.send(data); // Send the data back to the client.
35.
36.     Serial.println("Reply sent.");
37.   }
38. }
39.
40.
```

Program Pengujian Komunikasi Data *server* digunakan modul 2 atau modul *server* mengirimkan permintaan data ke modul 1 atau modul *client* secara *wireless* menggunakan nRF24L01. Berikut ini penjelasan dari program pengiriman data :

1. Baris 1 sampai dengan 4 digunakan untuk untuk mengaktifkan fungsi library. Mulai library SPI, Mirf, nRF24L01 dan Mirf Hardware Spi Driver.
2. Baris 6 sampai dengan 19 adalah fungsi setup dimana di dalam fungsi tersebut terdapat inisialisasi komunikasi serial, menetapkan driver SPI, Setup pins / SPI, konfigurasi alamat penerima, mengatur panjang payload untuk sizeof(unsigned long) dan jenis kembalinya millis(), menulis saluran dan payload config saat power up reciver. payload di client dan server harus sama, dan mebcetak “Listening ...” pada serial monitor.

3. Baris 21 sampai dengan 40 adalah fungsi *loop* yang akan membuat *buffer* untuk meletakan data, saat paket diterima pada kondisi Mirf.isSending() dan Mirf.dataReady maka dilakukan pencetakan “Got packet”. Kemudian paket akan dimasukan dalam *buffer*. Setelah itu dilakukan penetapan alamat penerima yaitu “clie1”, kemudian mengirim data kembali ke *client*. Saat data sudah terkirim melakukan pencetakan “Reply sent”.

BAB V
PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas mengenai tahapan pengujian dan pembahasan sistem hasil implementasi dan pengujian sistem komunikasi antar sensor jarak di dalam kendaraan berbasis *Wireless Network*. Proses pengujian dilakukan melalui tujuh macam pengujian.

Pengujian mengenai perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnyan digunakan untuk menguji dan mengetahui tingkat akurasi dari sensor pada saat membaca jarak dari benda yang dibaca dengan jarak yang sebenarnya. Pengujian mengenai pengaruh objek yang sedang bergerak digunakan untuk menguji apakah sensor dapat melakukan pembacaan jarak pada objek yang bergerak. Pengujian mengenai tingkat *reliability* modul dan komponen digunakan untuk menguji dari tingkat *reliability* modul dan komponen. Pengujian komunikasi data NRF24L01 digunakan mengetahui waktu pengiriman data antar modul. Pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01 digunakan mengetahui jangkau modul komunikasi NRF24L01. Pengujian mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor pada saat membaca jarak dari objek yang bergerak bersama sistem. Pengujian keseluruhan sistem untuk mengetahui kinerja sistem secara menyeluruh.

Proses pembahasan memiliki tujuan untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil implementasi dan pengujian sistem komunikasi antar sensor jarak di dalam kendaraan berbasis *Wireless Network*. Proses pembahasan yang dilakukan mengacu pada dasar teori yang digunakan serta sesuai dengan hasil pengujian yang didapatkan. Pembahasan dilakukan terhadap hasil pengujian di setiap tahap pengujian. Proses pembahasan yang dilakukan meliputi pembahasan hasil pengujian mengenai perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya, pengujian mengenai pengaruh objek yang sedang bergerak, pengujian mengenai tingkat *reliability* modul dan komponen, pengujian komunikasi data

NRF24L01, pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01, pengujian mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama. Pengujian kedelapan adalah pengujian keseluruhan sistem.

5.1. Pengujian Mengenai Perbandingan Jarak Yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya

5.1.1. Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem tentang bagaimana akurasi dari sensor dalam membaca jarak. Pengujian ini dibutuhkan untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor terhadap jarak yang sebenarnya.

5.1.2. Prosedur Pengujian

Tinggi sensor dengan tanah adalah 50 cm; Benda penghalang berbentuk persegi panjang ukuran 65 x 45 x 14cm dengan permukaan datar; Benda penghalang digeser menjauhi sensor dengan interval jarak 3, 5, 10, 20, dan 40cm. Percobaan yang dilakukan dengan cara memberi penghalang berhadapan langsung dengan sensor, kemudian jarak sebenarnya dibandingkan dengan yang tertera pada *Serial Monitor*. Pada tiap jarak yang diukur dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dan diambil jarak rata-ratanya. Angka yang ditampilkan pada tabel adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan sebanyak 5 kali.

5.1.3. Pelaksanaan Pengujian

Gambar 5.1. Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya.

Pelaksaan pengujian terdapat pada gambar 5.1. dimana sensor diletakkan 50cm dari tanah. Kemudian penghalang yang diletakan didepan sensor akan digeser menjauhi sensor sesuai interval jarak yang telah ditentukan. Jarak sensor dengan pengalang yang terekam pada *serial monitor node* penerima akan dicatat dan dibandingkan dengan jarak sebenarnya. pencatatan jarak dilakukan dengan lima kali pengujian dan diambil jarak rata-ratanya.

5.1.4. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan telah didapat hasil jarak yang dibaca sensor pada *serial monitor*. Angka yang ditampilkan pada tabel 5.1. adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan pada tiap jarak sebanyak 5 kali pengujian. Pada tabel 5.1. kolom jarak sebenarnya dan jarak di *serial monitor* menampilkan jarak yang diukur sensor mulai 2cm sampai dengan 250cm. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya :

Tabel 5.1. Tabel Hasil Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya

No	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak pada Serial Monitor (cm)
1	2	2
2	5	5
3	10	10
4	15	16
5	20	19
6	40	43
7	80	83
8	100	99
9	120	120
10	140	139
11	180	180
12	200	201
13	220	221
14	240	239
15	250	249

5.1.5. Analisis Pengujian

Tabel 5.2. menampilkan analisis dari pengujian perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya. Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.1. atau tabel hasil pengujian yang telah dilakukan. Berikut ini adalah tabel analisis pengujian perbandingan jarak yang diukur sensor terhadap jarak sebenarnya :

Tabel 5.2. Tabel Analisis Pengujian Perbandingan Jarak yang Diukur Sensor Terhadap Jarak Sebenarnya

No	Jarak sebenarnya (cm)	Jarak pada Serial Monitor (cm)	Error (cm)	% Error
1	2	2	0	0
2	5	5	0	0
3	10	10	0	0
4	15	16	1	6,7
5	20	19	1	5
6	40	43	3	7,5
7	80	83	3	3,75

8	100	99	1	1
9	120	120	0	0
10	140	139	1	0,7
11	180	180	0	0
12	200	201	1	0,5
13	220	221	1	0,45
14	240	239	1	0,42
15	250	249	1	0,4
Rata-rata error			0,93	1,76

Dari tabel 5.2. dapat dilihat bahwa nilai *error* terbesar adalah 3cm dan persentase *error* terbesar adalah 7,5%. Sensor akan berjalan dengan baik karena memiliki rata-rata nilai jarak *error* adalah 0,93cm. Dengan adanya pengujian ini dapat dilihat bahwa sensor memiliki rata – rata persentase *error* tidak lebih dari 2% atau lebih tepatnya 1,76%. Nilai tersebut merupakan nilai yang dapat dipakai dan dipercaya untuk dijadikan acuan dalam pengukuran jarak antara kendaraan karena memiliki tingkat ketelitian pembacaan sekitar 98,24%.

5.2. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak

5.2.1. Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem tentang bagaimana sensor dapat melakukan pembacaan jarak pada objek yang bergerak. Pengujian ini dibutuhkan untuk mengetahui tingkat pembacaan dari sensor terhadap objek yang bergerak. Pengujian pertama mengenai pengaruh objek sepeda motor yang sedang bergerak dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat mendeteksi objek motor yang sedang melintasi sensor dan mencari jarak yang dapat di baca sensor pada sepeda motor pada kecepatan tertentu. Pengujian kedua mengenai pengaruh objek manusia yang sedang bergerak dilakukan untuk mencari jarak maksimal yang dapat dibaca sistem terhadap objek yang bergerak dan mengetahui akurasi sensor terhadap objek manusia yang bergerak.

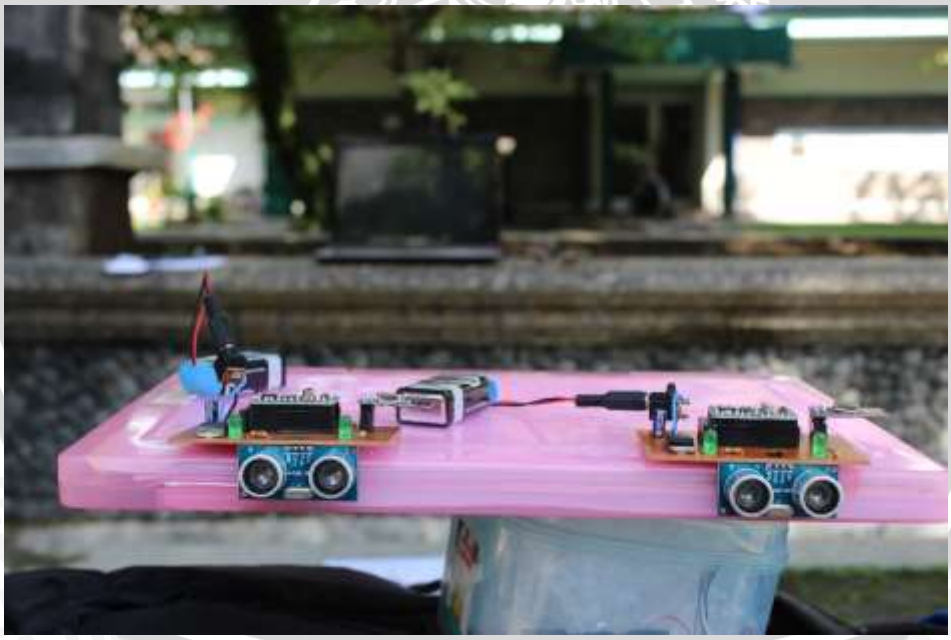
5.2.2. Prosedur Pengujian

Pada percobaan ini kondisi pengukuran yang dilakukan adalah jarak pengukuran objek pada jarak: 100 cm dan 200 cm; Objek yang digunakan: Sepeda Motor dan Manusia. Objek bergerak tepat di depan sensor. Percobaan pertama yang dilakukan adalah dengan cara objek sepeda motor yang bergerak melintas didepan sensor dengan interval jarak 100cm dan 200cm dengan interval kecepatan 10km/jam sampai dengan 60km/jam. Pada tiap kecepatan yang diujikan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dan diambil rata-rata jarak pembacaan sensor. Percobaan kedua yang dilakukan adalah dengan cara objek manusia yang bergerak melintas didepan sensor dengan interval jarak 10, 20, dan 30cm, kemudian jarak sebenarnya dibandingkan dengan yang tertera pada *Serial Monitor*. Pada tiap jarak yang diujikan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dan diambil rata-rata jarak pembacaan pada sensor.

5.2.3. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksaan pengujian terdapat pada gambar 5.2. sampai dengan 5.5. dimana sensor diletakkan 50cm dari tanah. *Node* pusat yang terhubung dengan laptop diletakkan 250cm dari *node* sensor. Kemudian objek sepeda motor dan manusia melintas didepan sensor sesuai interval jarak yang telah ditentukan. Interval pada objek sepeda motor adalah 100cm dan 200cm, kemudian interval pada jarak objek manusia adalah 10cm, 20cm dan 30cm. Jarak sensor dengan objek yang terekam pada serial monitor node penerima akan dicatat dan dibandingkan dengan jarak sebenarnya. pencatatan jarak dilakukan dengan lima kali pengujian dan diambil jarak rata-ratanya.

Gambar 5.2. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak (*Node* Pusat)



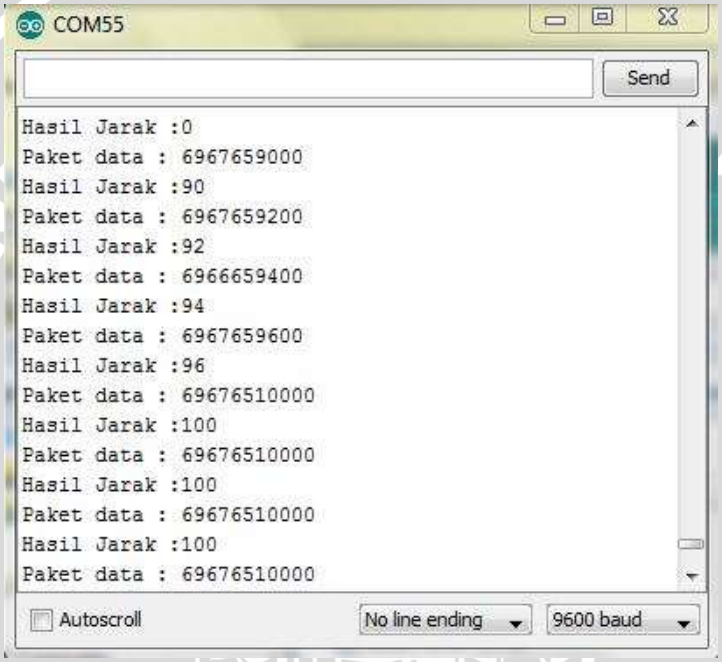
Gambar 5.3. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak (*Node* Sensor)

Gambar 5.4. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Sepeda Motor Yang Sedang Bergerak.

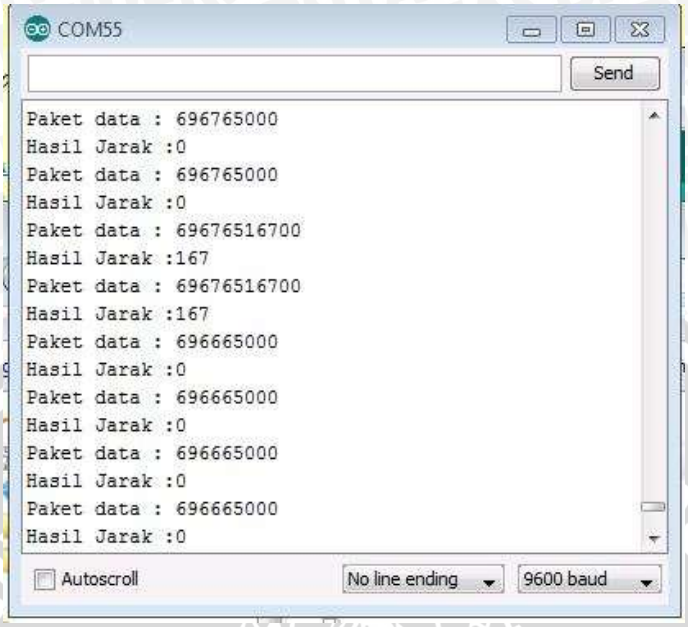
Gambar 5.5. Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Manusia Yang Sedang Bergerak.

5.2.4. Hasil Pengujian

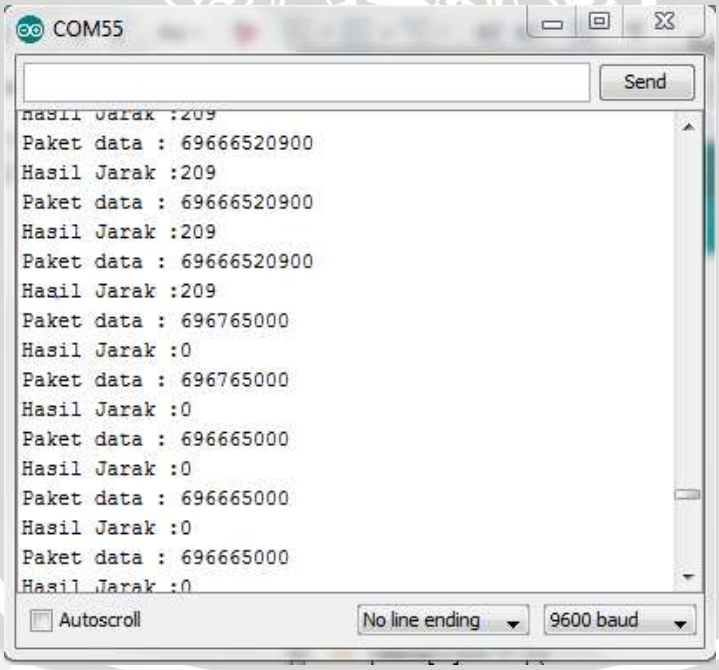
Gambar 5.6. dan 5.7. menampilkan contoh hasil *serial monitor* pengujian mengenai pengaruh objek sepeda motor pada jarak 100cm dan 200cm, sedangkan gambar 5.8. menampilkan contoh hasil *serial monitor* pengujian mengenai pengaruh objek manusia. Angka yang ditampilkan pada tabel adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan pada tiap kecepatan sebanyak 5 kali pengujian pada tiap pengujian.



Gambar 5.6. Hasil *Serial Monitor* Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Sepeda Motor Pada jarak 100cm



Gambar 5.7. Hasil *Serial Monitor* Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Sepeda Motor Pada jarak 200cm



Gambar 5.8. Hasil *Serial Monitor* Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Manusia

Berdasarkan pengujian mengenai pengaruh objek yang sedang bergerak pada manusia dan sepeda motor telah didapatkan hasilnya yang terdapat pada tabel 5.3. dan tabel 5.4. Dimana tabel 5.3. adalah tabel hasil pengujian mengenai

pengaruh objek sepeda motor yang sedang bergerak dan tabel 5.4. adalah pengujian mengenai pengaruh objek sepeda motor yang sedang bergerak. Angka yang ditampilkan pada tabel 5.3. adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan pada tiap kecepatan sebanyak 5 kali pengujian. Angka yang ditampilkan pada tabel 5.4. adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan pada tiap jarak sebanyak 5 kali pengujian. Berikut tabel pengujian mengenai pengaruh objek yang sedang bergerak:

Tabel 5.3. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Sepeda Motor

No	Percobaan	Kecepatan (KM/Jam)	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)
1	1	10	100	82
2	2	20	100	100
3	3	40	100	77
4	4	50	100	89
5	5	60	100	254
6	6	10	200	167
7	7	20	200	203
8	8	40	200	238
9	9	50	200	0
10	10	60	200	0

Tabel 5.4. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Manusia

No	Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)
1	1	30	27
2	2	60	60
3	3	90	89
4	4	100	104
5	5	130	131
6	6	160	155
7	7	180	179

8	8	210	209
9	9	240	206
10	10	250	0

5.2.5. Analisis Pengujian

Tabel 5.5. menampilkan analisis dari mengenai pengaruh objek sepeda motor yang sedang bergerak. Tabel 5.6. menampilkan analisis dari mengenai pengaruh objek manusia yang sedang bergerak. Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.3. atau tabel hasil pengujian mengenai pengaruh objek sepeda motor yang sedang bergerak. Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.4. atau tabel hasil pengujian mengenai pengaruh objek manusia yang sedang bergerak. Berikut ini adalah tabel analisis pengujian mengenai pengaruh objek sepeda motor yang sedang bergerak :

Tabel 5.5. Tabel Analisis Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Sepeda Motor

No	Percobaan	Kecepatan (KM/Jam)	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)	Status
1	1	10	100	82	Terdeteksi
2	2	20	100	100	Terdeteksi
3	3	40	100	77	Terdeteksi
4	4	50	100	89	Terdeteksi
5	5	60	100	254	Terdeteksi
6	6	10	200	167	Terdeteksi
7	7	20	200	203	Terdeteksi
8	8	40	200	238	Terdeteksi
9	9	50	200	0	Tidak Terdeteksi
10	10	60	200	0	Tidak Terdeteksi

Dari tabel 5.5. dapat dilihat bahwa nilai kesalahan pembacaan sensor terbesar terdapat pada saat jarak sepeda motor dengan sensor sebesar 100 cm dan kecepatan sepeda motor adalah 60km. Hal tersebut terjadi karena pada saat objek sepeda motor berada pada kecepatan 60km/jam sepeda motor lebih sulit untuk

dikendalikan agar lebih stabil pada jarak 100cm. Pada saat jarak objek dengan sensor sejauh 200cm dan kecepatan sepeda motor 50km/jam sampai dengan 60km/jam, sistem tidak berjalan dengan baik karena objek yang bergerak tidak dapat terdeteksi. Hal itu dikarenakan bidang/area kontak kepada sensor yang semakin menjauh dan kecil serta kecepatan objek yang semakin cepat.

Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa sistem dapat mendeteksi objek sepeda motor yang bergerak secara efektif pada jarak 100 cm dengan kecepatan 10km/jam sampai dengan 60km/jam. Tetapi untuk tingkat akurasi pada jarak 100cm sistem dapat bekerja secara efektif saat objek berada pada kecepatan 10km/jam sampai dengan 50km/jam. Pada saat objek berjarak 200cm, sistem dapat bekerja secara efektif dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi saat objek berada pada kecepatan 10km/jam sampai dengan 40km/jam.

Berikut ini adalah tabel analisis pengujian mengenai pengaruh objek manusia yang sedang bergerak :

Tabel 5.6. Tabel Analisis Pengujian Mengenai Pengaruh Objek Yang Sedang Bergerak : Manusia

No	Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)	Error (cm)	% Error	Status
1	1	30	27	3	10	Terdeteksi
2	2	60	60	0	0	Terdeteksi
3	3	90	89	1	1,1	Terdeteksi
4	4	100	104	4	4	Terdeteksi
5	5	130	131	1	0,8	Terdeteksi
6	6	160	155	5	3,1	Terdeteksi
7	7	180	179	1	0,6	Terdeteksi
8	8	210	209	1	0,5	Terdeteksi
9	9	240	206	34	14,2	Terdeteksi
10	10	250	0	250	100	Tidak Terdeteksi
Rata-rata error				300	13,43	

Angka yang ditampilkan pada tabel 5.6 adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan pada tiap jarak sebanyak 5 kali pengujian. Dari tabel 5.6. dapat

dilihat bahwa nilai *error* terbesar adalah 250cm dan persentase *error* terbesar adalah 100%. Hal tersebut terjadi pada saat objek berjarak 250cm dari sensor dan sensor tidak dapat mendeteksi objek. Hal itu dikarenakan bidang/area kontak kepada sensor yang semakin menjauh dan kecil.

Pada saat jarak objek dengan sensor sejauh 20cm, sensor tidak berjalan dengan baik karena memiliki persentase *error* sebesar 14,2% tetapi objek masih dapat terdeteksi. Dengan adanya pengujian ini dapat dilihat bahwa sensor memiliki rata – rata persentase *error* sebesar 13,43%. Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa sistem dapat mendeteksi objek manusia yang bergerak secara efektif pada jarak 30 cm sampai dengan 210cm dan memiliki tingkat ketelitian pembacaan pada objek manusia yang bergerak sekitar 86,57%.

5.3. Pengujian Mengenai Tingkat *Reliability* Modul Dan Komponen

5.3.1. Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem tentang tingkat *reliability* yang dimiliki oleh modul dan komponen. Pengujian ini dibutuhkan untuk mengetahui tingkat tingkat *reliability* yang dimiliki oleh modul dan komponen pada saat dilakukan sistem diberi tegangan dan diputus secara berulang kali.

5.3.2. Prosedur Pengujian

Pengujian terhadap sistem tentang tingkat *reliability* yang dimiliki oleh modul dan komponen dilakukan untuk mensimulasikan keadaan saat sumber tegangan pada sistem yang tidak stabil.

Kondisi yang dilakukan pada pengujian ini adalah :

1. Alat terpasang di *prototype* mobil.
2. Setelah menyala 5 detik, alat dimatikan dan langsung dinyalakan lagi.
3. Percobaan dilakukan selama 100 kali.
4. Jarak benda pada saat percobaan tetap.

5.3.3. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksaan pengujian terdapat pada gambar 5.9. dan 5.10. dimana dilakukan *sampling* pada satu modul *node.* Pada modul tersebut sumber tegangan yang berupa baterei dan disambung dengan *Jack* DC akan disambungkan dengan *socket* DC pada sistem. Kemudian setelah 5 detik baterai tersebut akan dilepas kembali dan langsung di pasang kembali. Hal tersebut terus dilakukan secara berulang sebanyak 100 kali pengujian. Jarak benda dan sensor pada pengujian dibuat tetap.

Gambar 5.9. Pengujian Mengenai Tingkat Reliability Modul Dan Komponen (Memasang baterai)

Gambar 5.10. Pengujian Mengenai Tingkat Reliability Modul Dan Komponen (Melepas baterai)

5.3.4. Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil yang ditampilkan pada tabel 5.7. Data yang ditampilkan pada tabel adalah hasil rata-rata data pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali pengujian. Indikator dari *reliability* sistem adalah LED, *Buzzer* dan Sensor. Berikut tabel hasil pengujian mengenai tingkat reliability modul dan komponen:

Tabel 5.7. Tabel Hasil Pengujian *reliability* modul dan komponen

No	Percobaan	LED	*Buzzer*	Sensor
1	1 s/d 10	No Error	No Error	No Error
2	11 s/d 20	No Error	No Error	No Error
3	21 s/d 30	No Error	No Error	No Error
4	31 s/d 40	No Error	No Error	No Error
5	41 s/d 50	No Error	No Error	No Error
6	51 s/d 60	No Error	No Error	No Error
7	61 s/d 70	No Error	No Error	Error pada pengujian 68

8	71 s/d 80	No Error	No Error	No Error
9	81 s/d 90	No Error	No Error	No Error
10	91 s/d 100	No Error	No Error	Error pada pengujian 97

Pengujian *reliability* modul dan komponen dilakukan untuk kondisi yang menggambarkan ketika sistem tidak mendapatkan sumber tegangan yang stabil selain itu pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat *reliability* sistem. Kondisi "No Error" menandakan bahwa modul atau komponen berjalan dengan baik dan normal. Kondisi "Error pada percobaan xx" pada kolom sensor menggambarkan pembacaan dari sensor melenceng jauh dari jarak sebenarnya. Kemudian kondisi "Error" pada kolom LED dan *Buzzer* menggambarkan pada saat LED dan *Buzzer* tidak menyala atau tidak menyala dengan semesetinya.

5.3.5. Analisis Pengujian

Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.7. atau tabel hasil pengujian *reliability* modul dan komponen. Dari Tabel 5.7. dapat dilihat hanya terjadi 2 kali *error* pada kolom sensor dalam 100 kali percobaan. *Error* tersebut terjadi pada saat pengujian ke 68 dan 97. *Error* tersebut terjadi pada sensor yang seharusnya membaca jarak 40cm tetapi melenceng menjadi 254cm atau nilai maksimal dari jarak yang dapat dibaca sensor.

Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan tingkat *reliability* sistem adalah $\frac{100-2}{100} \times 100\% = 98\%$.

5.4. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01

5.4.1. Tujuan Pengujian

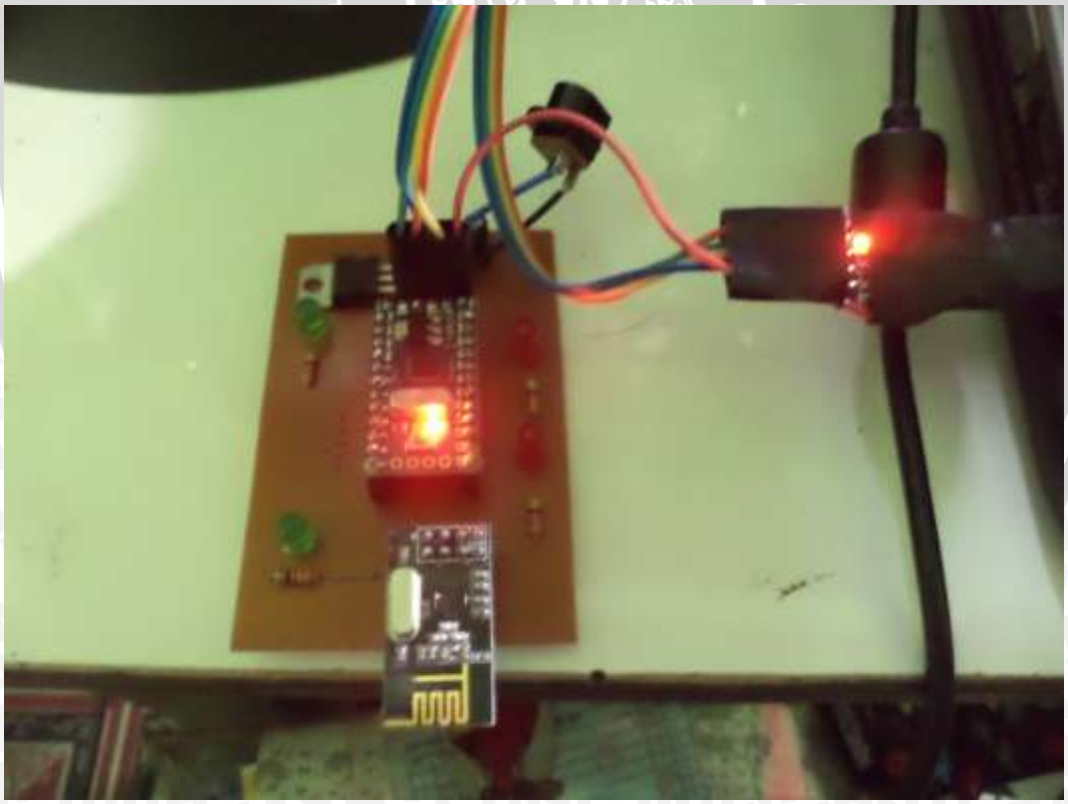
Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem tentang komunikasi data antar modul NRF24L01. Pengujian ini dibutuhkan mengetahui waktu pengiriman data antar modul.

5.4.2. Prosedur Pengujian

Pengujian menggunakan 2 buah arduino yang masing-masing terdapat modul NRF24L01. Pengujian ini dilakukan dengan cara modul 1 atau modul *client* mengirimkan permintaan data ke modul 2 atau modul *server*, selanjutnya modul 2 mengirimkan data ke modul 1, dari pengiriman data dari kedua modul tersebut bisa diambil selisih waktunya. Pengujian dilakukan dengan melakukan 100 kali PING.

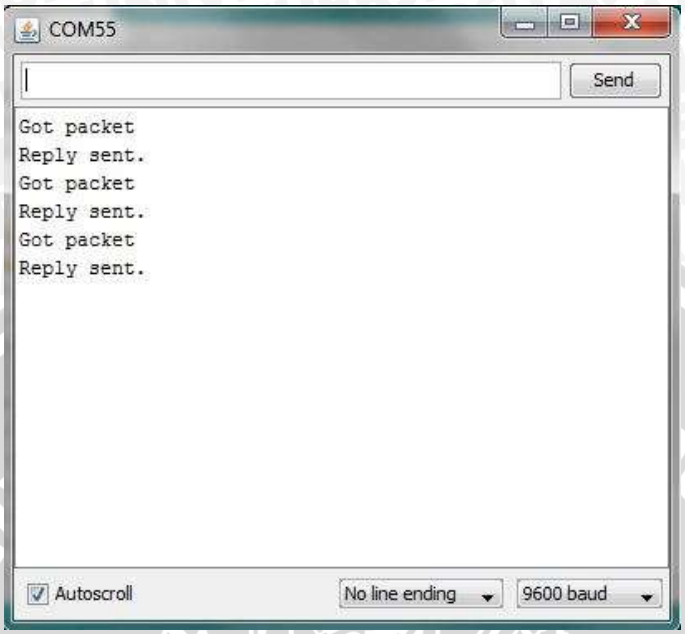
5.4.3. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan modul 1 dan 2 dipasangkan kepada satu laptop dengan *Port* yang berbeda. Kemudian program pengujian komunikasi data *client* dan *server* dijalankan secara bersamaan dan dilihat pada *serial monitor* pada kedua modul. Pelaksanaan pengujian terdapat pada gambar 5.11.

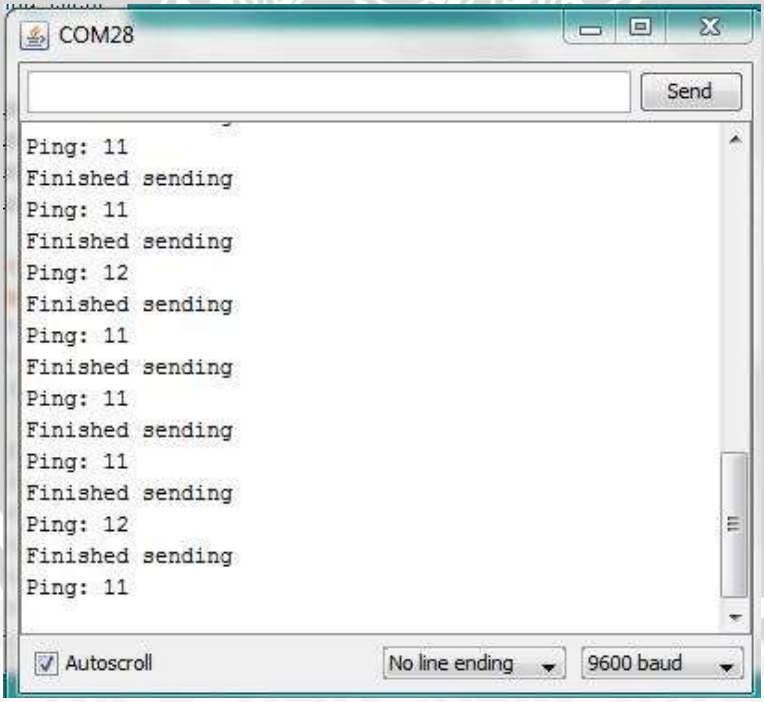


Gambar 5.11. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01

5.4.4. Hasil Pengujian



Gambar 5.12. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 *Server*



Gambar 5.13. Pengujian Komunikasi Data NRF24L01 *Client*

Hasil dari pengujian ini terdapat pada gambar 5.11. yang terdapat pengujian komunikasi data NRF24L01 *server*, dimana pada gambar tersebut

terdapat pesan yang diterima oleh *server* tentang status data yang terdapat di *server*. Gambar 5.12. yang terdapat pengujian komunikasi data NRF24L01 *Client*, dimana pada gambar tersebut terdapat pesan yang diterima oleh *Client* tentang status data yang terdapat di *Client* serta waktu pengiriman data antar modul. Pengujian dilakukan dengan melakukan 100 kali PING dan data nilai PING yang ditampilkan pada tabel adalah hasil rata-rata data pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali pengujian . Berikut tabel hasil pengujian komunikasi data NRF24L01:

Tabel 5.8. Tabel Hasil Pengujian Komunikasi Data NRF24L01

No	Percobaan	Status	Nilai PING (milidetik)
1	1 s/d 10	Terkirim	11
2	11 s/d 20	Terkirim	11
3	21 s/d 30	Terkirim	11
4	31 s/d 40	Terkirim	11
5	41 s/d 50	Terkirim	11,1
6	51 s/d 60	Terkirim	11
7	61 s/d 70	Terkirim	11
8	71 s/d 80	Terkirim	11,2
9	81 s/d 90	Terkirim	11
10	91 s/d 100	Terkirim	11

5.4.5. Analisis Pengujian

Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.8. atau tabel hasil pengujian komunikasi data NRF24L01. Berikut ini adalah tabel analisis pengujian pengujian komunikasi data NRF24L01:

Tabel 5.9. Tabel Analisis Pengujian Komunikasi Data NRF24L01

No	Percobaan	Status	Nilai PING (milidetik)	% Data Masuk
1	1 s/d 10	Terkirim	11	100
2	11 s/d 20	Terkirim	11	100
3	21 s/d 30	Terkirim	11	100
4	31 s/d 40	Terkirim	11	100

5	41 s/d 50	Terkirim	11,1	100
6	51 s/d 60	Terkirim	11	100
7	61 s/d 70	Terkirim	11	100
8	71 s/d 80	Terkirim	11,2	100
9	81 s/d 90	Terkirim	11	100
10	91 s/d 100	Terkirim	11	100
Rata-rata data masuk			11,03	100

Dari hasil pengujian komunikasi data NRF24L01 *Server* pada gambar 5.5. *serial monitor* didapatkan mencetak "Got Packet"dan "Reply sent" yang artinya data dari modul 1 atau *client* telah diterima dan kemudian dikirimkan lagi kepada *client* yang artinya modul 2 atau *server* dapat berkomunikasi dengan modul 1 atau *client.*

Dari hasil pengujian komunikasi data NRF24L01 *Client* pada gambar 5.6. *serial monitor* didapatkan mencetak nilai dari PING dan "Finished sending" yang artinya data dari modul 1 atau *client* telah berhasil dikirimkan kepada modul 2 atau *server* dan didapat nilai ping dari nilai dari millis() dikurangi nilai dari variabel *Time* yang artinya modul 1 atau *client* dapat berkomunikasi dengan modul 2 atau *server.*

Dari tabel 5.9. analisis pengujian komunikasi data NRF24L01 didapat data bahwa seluruh data yang dikirim oleh kedua modul memiliki rata-rata nilai data masuk 100%. Pada pengujian komunikasi data NRF24L01 didapat rata-rata nilai PING dari sistem adalah 11,03 milidetik. Dengan data dan pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa modul 1 atau *client* dan modul 2 atau *server* telah dapat saling berkomunikasi dengan baik.

5.5. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01

5.5.1. Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem tentang jangkauan dari modul komunikasi NRF24L01. Pengujian ini dibutuhkan

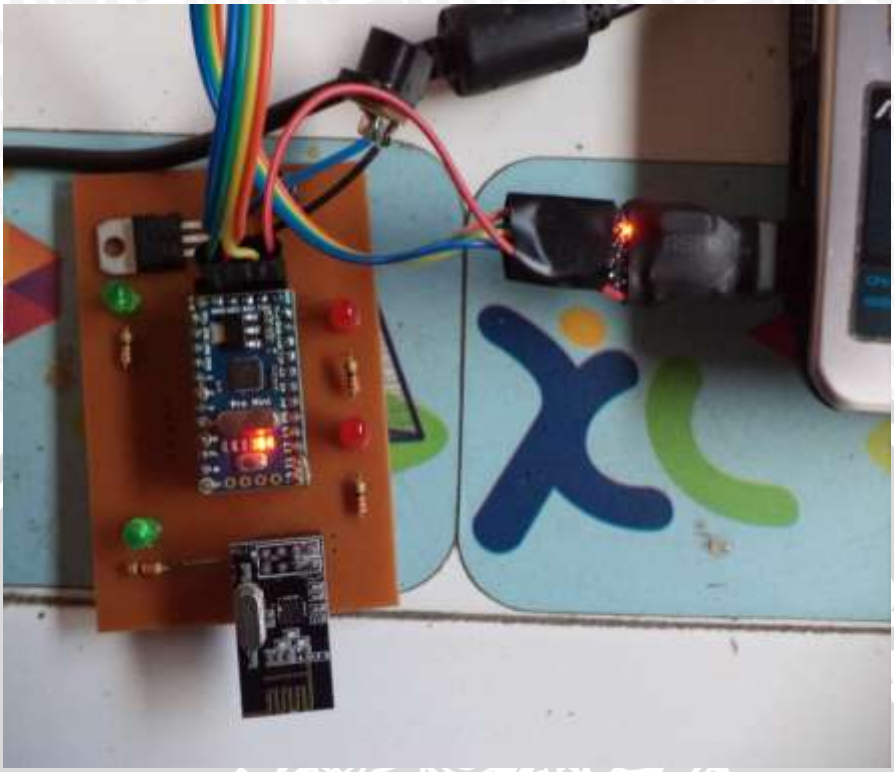
mengetahui jarak maksimal dari modul komunikasi dalam melakukan pengiriman data dan untuk mengetahui jarak efektif dari modul komunikasi dalam melakukan pengiriman data.

5.5.2. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan 2 buah arduino yang masing-masing terdapat modul NRF24L01. Modul 1 atau modul *client* mengirimkan permintaan data ke modul 2 atau modul *server*. Kemudian setelah terjadi komunikasi antar modul, modul 1 atau modul *client* akan ditambah jaraknya atau digeser menjauhi modul 2 atau modul *server*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan program pengujian komunikasi data *client* dan *server*. Pengujian dilakukan dengan 100 kali pengiriman data.

5.5.3. Pelaksanaan Pengujian

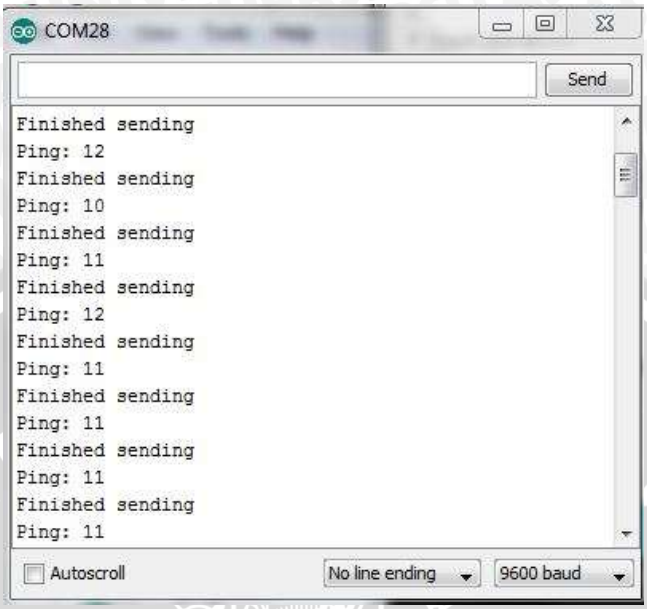
Pelaksaan pengujian terdapat pada gambar 5.13. dan 5.14 dimana modul 1 atau *server* dihubungkan dengan laptop. Kemudian dari modul 1 akan dilakukan pengamatan *serial monitor* guna melihat status dari data yang dikirimkan oleh modul 2 atau *client.* Kemudian modul 2 digeser menjauhi modul 1 dengan interval jarak yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengiriman data sebanyak 100 kali tiap interval jarak dan di catat berapa jumlah data yang masuk. Pengujian dilalukan dengan kondisi pengujian yang terdapat penghalang.



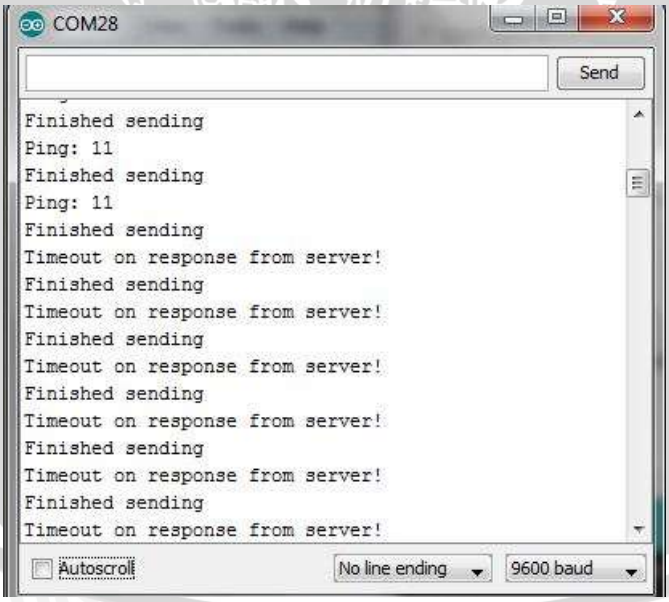
Gambar 5.14. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 *Server*

Gambar 5.15. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 *Client*

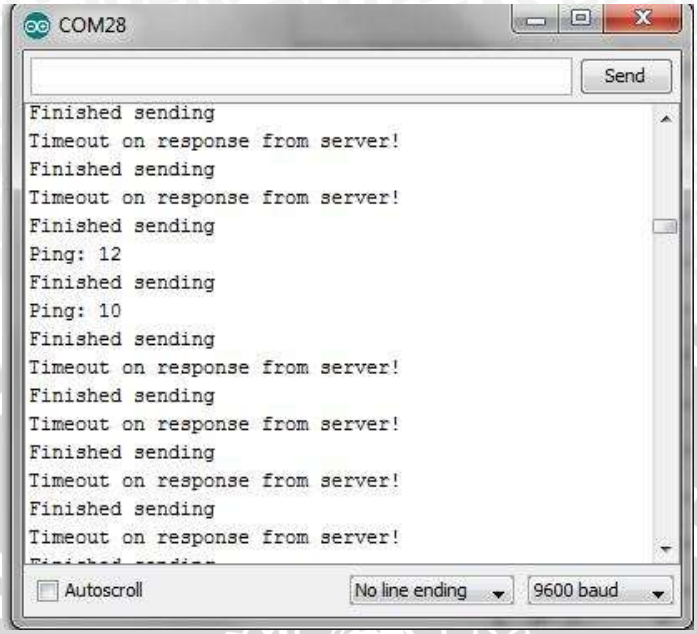
5.5.4. Hasil Pengujian



Gambar 5.16. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 Paket Terkirim



Gambar 5.17. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 Paket Terkirim Tetapi Setelah Itu RTO



Gambar 5.18. Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01 Paket Sempat Terkirim Diantara RTO

Hasil dari pengujian ini terdapat pada gambar 5.15. adalah pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01 dimana semua paket yang dikirimkan dapat terkirim. Gambar 5.16. adalah pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01 paket terkirim tetapi setelah itu RTO pada saat dilakukan pengiriman data. Gambar 5.17. adalah pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01 dimana paket sempat terkirim diantara RTO. Pengujian dilakukan dengan melakukan 100 kali PING dan data nilai PING yang ditampilkan pada tabel adalah hasil rata-rata data pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali pengujian. Berikut tabel hasil pengujian mengenai Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01:

Tabel 5.10. Tabel Hasil Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01

No	Percobaan	Jarak Antar Modul (cm)	Status	Jumlah Data Masuk
1	1	100	Terkirim	100
2	2	200	Terkirim	100
3	3	300	Terkirim	100
4	4	400	Terkirim	100

5	5	500	Terkirim	100
6	6	600	Terkirim	100
7	7	700	Terkirim dengan RTO	97
8	8	800	Terkirim dengan RTO	94
9	9	900	Terkirim dengan RTO	93
10	10	1000	Terkirim dengan RTO	86
11	11	1100	Terkirim dengan RTO	87
12	12	1200	Terkirim dengan RTO	64
13	13	1300	Terkirim dengan RTO	68
14	14	1400	Terkirim dengan RTO	61
15	15	1500	Terkirim dengan RTO	22

Kondisi "Terkirim" pada kolom status menandakan bahwa modul dapat berkomunikasi dan dapat mengirimkan data dengan sempurna tanpa ada *Request Time Out* atau RTO. Kondisi "Terkirim dengan RTO" pada kolom status menggambarkan modul komunikasi masih dapat berkomunikasi dan mengirimkan data tetapi terdapat *Request Time Out* atau RTO di tengah proses pengiriman data. Kemudian kondisi "RTO" pada kolom status menggambarkan modul komunikasi tidak dapat berkomunikasi dan mengirimkan data atau modul komunikasi mengalami *Request Time Out* atau RTO. Pada tiap jarak yang diukur dilakukan pengujian sebanyak 100 kali dan diambil rata-rata persentase data masuk. Angka yang ditampilkan pada tabel adalah hasil rata-rata persentase pengujian yang dilakukan sebanyak 100 kali.

5.5.5. Analisis Pengujian

Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.10. atau hasil pengujian jangkauan modul komunikasi NRF24L01. Berikut ini adalah tabel analisis jangkauan modul komunikasi NRF24L01:

Tabel 5.11. Tabel Analisisi Pengujian Jangkauan Modul Komunikasi NRF24L01

No	Percobaan	Jarak Antar Modul (cm)	Status	Jumlah Data Masuk	% Data Masuk
1	1	100	Terkirim	100	100

2	2	200	Terkirim	100	100
3	3	300	Terkirim	100	100
4	4	400	Terkirim	100	100
5	5	500	Terkirim	100	100
6	6	600	Terkirim	100	100
7	7	700	Terkirim dengan RTO	97	97
8	8	800	Terkirim dengan RTO	94	94
9	9	900	Terkirim dengan RTO	93	93
10	10	1000	Terkirim dengan RTO	86	86
11	11	1100	Terkirim dengan RTO	87	87
12	12	1200	Terkirim dengan RTO	64	64
13	13	1300	Terkirim dengan RTO	68	68
14	14	1400	Terkirim dengan RTO	61	61
15	15	1500	Terkirim dengan RTO	22	22
	Rata-rata Data Masuk			84,8	84,8

Dari Tabel 5.11. dapat diketahui bahwa modul komunikasi dapat berkomunikasi dan mengirim data dengan efektif pada jarak 100cm sampai dengan 600cm. Pada jarak 700cm sampai dengan 1500cm sensor masih dapat dapat berkomunikasi dan mengirimkan data tetapi terdapat *Request Time Out* atau RTO di tengah proses pengiriman data. Dari tabel 5.5. dapat dilihat bahwa nilai persentase data masuk adalah 84,8%.

Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa modul komunikasi NRF24L01 pada sistem *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor yang berbasis pada teknologi *Wireless Network* memiliki jangkauan komunikasi yang efektif pada jarak 100cm sampai dengan 600cm. Hasil tersebut didapat dari pengujian dengan kondisi pengujian yang terdapat penghalang. Menurut hasil pengujian sistem akan efektif jika digunakan pada mobil karena memiliki jarak efektif 100cm sampai dengan 600cm.

5.6. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama

5.6.1. Tujuan Pengujian

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem tentang bagaimana akurasi dari sensor dalam membaca jarak objek bergerak bersama sensor. Pengujian mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama dilakuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor saat sensor dan objek bergerak bersama.

5.6.2. Prosedur Pengujian

Pengujian pertama dilakukan dengan cara objek bergerak bersama dalam satu arah. Jarak antara sensor dan objek akan diukur oleh sensor dan akan dibandingkan dengan jarak pada serial monitor. Interval jarak antar sensor dan objek adalah 20cm, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, dan 250cm. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap jarak dan diambil rata-ratanya. Pengujian dilakukan saat sensor dibelakang dan di depan objek. Pengujian dilakukan dengan objek manusia yang berjalan dan sensor berada dibelakang dan didepan objek secara bergantian. Pengujian kedua dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap objek sepeda motor yang sedang bergerak bersama. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pembacaan sensor dari samping kanan dan kiri objek pada saat objek dan sensor bergerak bersama. Pengujian dilakukan pada kecepatan 10km/jam, 20km/jam, dan 30km/jam. Interval jarak antar sensor dan objek adalah 50cm, 100cm, dan 250cm. LED dan *Buzzer* digunakaan sebagai indikator saat sensor dapat membaca objek. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap jarak, posisi, dan kecepatan kemudian akan diambil rata-ratanya.

5.6.3. Pelaksanaan Pengujian

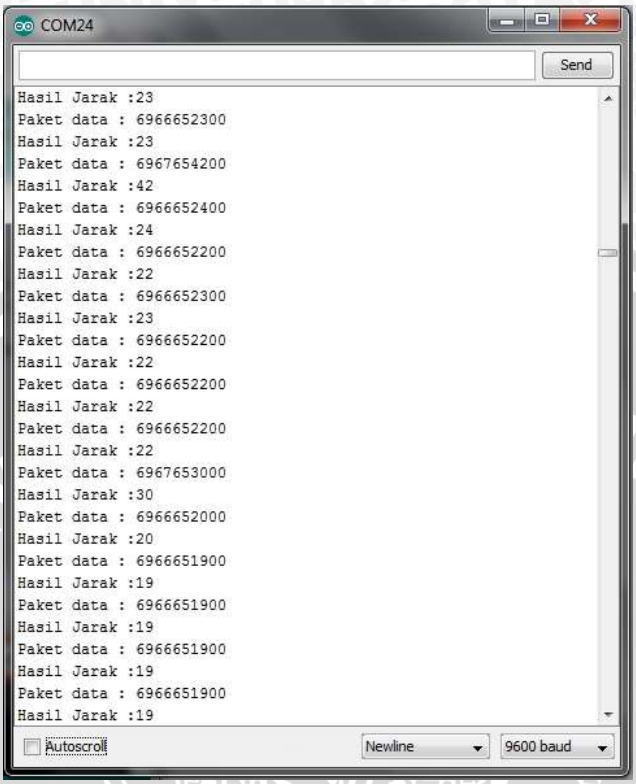
Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan menggunakan objek manusia dan sepeda motor yang berjalan bersamaan dengan sensor. Setelah itu dilakukan pembacaan *serial monitor* dari sensor dan dilakukan pencatatan nilai jarak dari objek manusia yang bergerak bersama sensor. Untuk objek sepeda motor yang bergerak bersamaan dengan sensor dilakukan pengamatan pada LED dan *Buzzer* dan kemudian dilakukan pencatatan. Pelaksaan pengujian terdapat pada gambar 5.18. sampai dengan gambar 5.20.

Gambar 5.19. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama

Gambar 5.20. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama.

Gambar 5.21. Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama.

5.6.4. Hasil Pengujian



Gambar 5.22. Hasil Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Bergerak Bersama.

Dari hasil pengujian yang dilakukan telah didapat hasil jarak yang dibaca sensor pada *serial monitor* dan pengamatan pada LED dan *Buzzer.* Angka dan data yang ditampilkan pada tabel 5.12. dan tabel 5.13. adalah hasil rata-rata pengukuran jarak yang dilakukan pada tiap jarak sebanyak 5 kali pengujian. Pada tabel 5.12. kolom jarak sebenarnya dan jarak di *serial monitor* menampilkan jarak yang diukur sensor mulai 20cm sampai dengan 250cm. Pada tabel 5.13. pada kolom LED dan *Buzzer* kondisi "No Error" menandakan bahwa setelah melakukan 5 kali pengujian pada tiap interval jarak, posisi, dan kecepatan yang telah ditentukan, rata-rata tidak ada kesalahan pada saat pengujian pada LED dan *Buzzer*. Kondisi "Error" menandakan bahwa setelah melakukan 5 kali pengujian pada tiap interval jarak, posisi, dan kecepatan yang telah ditentukan, rata-rata telah terjadi kesalahan pada saat pengujian pada LED dan *Buzzer*. Berikut ini adalah tabel hasil pengujian

mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama:

Tabel 5.12. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Manusia Bergerak Bersama

No	Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)
1	1	20	22,4
2	2	50	53
3	3	100	101,3
4	4	150	154,4
5	5	200	205
6	6	250	252

Tabel 5.13. Tabel Hasil Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Sepeda Motor Bergerak Bersama

No	Posisi	Kecepatan (km/jam)	Jarak (cm)	LED	*Buzzer*
1	Kiri	10	50	No Error	No Error
2	Kiri	20	50	No Error	No Error
3	Kiri	30	50	No Error	No Error
4	Kiri	10	100	No Error	No Error
5	Kiri	20	100	No Error	No Error
6	Kiri	30	100	No Error	No Error
7	Kiri	10	250	No Error	No Error
8	Kiri	20	250	No Error	No Error
9	Kiri	30	250	No Error	No Error
10	Kanan	10	50	No Error	No Error
11	Kanan	20	50	No Error	No Error
12	Kanan	30	50	No Error	No Error
13	Kanan	10	100	No Error	No Error
14	Kanan	20	100	No Error	No Error
15	Kanan	30	100	No Error	No Error
16	Kanan	10	250	No Error	No Error
17	Kanan	20	250	No Error	No Error
18	Kanan	30	250	No Error	No Error

5.6.5. Analisis Pengujian

Tabel 5.14. menampilkan analisis dari pengujian pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama. Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.12. atau tabel hasil pengujian yang telah dilakukan. Berikut ini adalah tabel analisis pengujian pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama :

Tabel 5.14. Tabel Analisis Pengujian Mengenai Pengukuran Jarak Yang Diukur Sensor Saat Sensor Dan Objek Manusia Bergerak Bersama

No	Percobaan	Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Sensor (cm)	Error (cm)	% Error
1	1	20	22,4	2,4	12
2	2	50	53	3	6
3	3	100	101,3	1,3	1,3
4	4	150	154,4	4,4	2,9
5	5	200	205	5	2,5
6	6	250	252	2	0,8
Rata-rata error				3,02	4,25

Dari tabel 5.14. dapat dilihat bahwa nilai *error* terbesar adalah 5cm dan persentase *error* terbesar adalah 2,9%. Sensor akan berjalan dengan baik karena memiliki rata-rata nilai jarak *error* adalah 3,02cm. Dengan adanya pengujian ini dapat dilihat bahwa sensor memiliki rata – rata persentase *error* tidak lebih dari 5% atau lebih tepatnya 4,25%. Nilai tersebut merupakan nilai yang dapat dipakai dan dipercaya untuk dijadikan acuan dalam pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama karena memiliki tingkat ketelitian pembacaan sekitar 95,75%.

Analisis dilakukan yang pada data yang diperoleh dari tabel 5.13. atau tabel hasil pengujian mengenai pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek sepeda motor bergerak bersama. Dari Tabel 5.13. setelah melakukan 5 kali pengujian pada tiap interval jarak, posisi, dan kecepatan yang telah ditentukan dan telah diambil rata-ratanya dapat dilihat tidak terjadi *error* pada kolom LED dan

Buzzer dalam 18 kali percobaan. *Error t*idak terjadi baik pada pengujian dari kanan maupun kiri objek.

Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi objek sepeda motor yang bergerak bersama sistem adalah $\frac{18-0}{18} \times 100\% = 100\%$.

5.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

5.7.1. Tujuan Pengujian

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah dapat bekerja sesuai yang diharapkan. Pengujian dilakukan untuk menguji kinerja sistem apakah telah sesuai dengan rencana perancangan.

5.7.2. Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan menaruh benda berukuran 25cm x 30cm didepan sensor. Jarak antara sensor dan objek akan ditambah semakin menjauhi sensor dan dilakukan pendekatan dari kanan, kiri dan tengah secara bergantian. Interval jarak antar sensor dan objek adalah 0cm, 20cm, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, dan 250cm. Nyala LED dan *Buzzer* akan diamati sebagai tolak ukur dari sistem.

5.7.3. Pelaksanaan Pengujian

Gambar 5.23. Pelaksanaan Pengujian Keseluruhan Sistem.

Pelaksaan pengujian terdapat pada gambar 5.21. dengan menggunakan *acrylic* yang dirancang sebagai *prototype* mobil dengan skala 1:10. *Acrylic* yang digunakan berukuran 25cm x 50c. *Node* sensor diletakkan pada ujung *prototype* dan *node* pusat. Kemudian penghalang yang diletakan didepan sensor akan digeser menjauhi sensor sesuai interval jarak yang telah ditentukan. Jarak antara sensor dan objek akan ditambah semakin menjauhi sensor dan dilakukan pendekatan dari kanan, kiri dan tengah secara bergantian. Pada tiap jarak yang diujikan dilakukan pengujian sebanyak 5 kali.

5.7.4. Hasil Pengujian

Gambar 5.24. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem (Jarak kanan dan kiri sama).

Gambar 5.25. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem
(Jarak kanan lebih kecil dari kiri).

Gambar 5.26. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem
(Jarak kiri lebih kecil dari kanan)

Pada pengujian yang telah dilakukan dengan melakukan pengukuran jarak dari penghalang dengan sensor dalam tiga posisi didapatkan hasil pada gambar 5.21. dimana pada saat nilai sensor sebelah kanan dan kiri bernilai sama LED pada *node* pusat akan menyala bersama-sama. Gambar 5.22. dimana pada saat nilai sensor sebelah kanan lebih kecil dari sebelah kiri LED kanan pada *node* pusat akan menyala. Gambar 5.23. dimana pada saat nilai sensor sebelah kiri lebih kecil dari sebelah kanan LED kanan pada *node* pusat akan menyala.

Pada tabel 5.15. kolom jarak menampilkan jarak sebenarnya dari penghalang sensor mulai 0cm sampai dengan 250cm. Kolom LED dan *Buzzer* berisi status dari LED dan *Buzzer* saat melakukan pengujian. Data yang ditampilkan pada tabel 5.15 adalah hasil pengujian yang dilakukan pada tiap jarak sebanyak 5 kali pengujian. Berikut tabel pengujian keseluruhan sistem :

Tabel 5.15. Tabel pengujian keseluruhan sistem

No	Percobaan	Posisi	Jarak (cm)	LED	*Buzzer*
1	1	Kiri	0	No Error	No Error
2	2	Kiri	20	No Error	No Error
3	3	Kiri	50	No Error	No Error
4	4	Kiri	100	No Error	No Error
5	5	Kiri	150	No Error	No Error

6	6	Kiri	200	No Error	No Error
7	7	Kiri	250	No Error	No Error
8	1	Kanan	0	No Error	No Error
9	2	Kanan	20	No Error	No Error
10	3	Kanan	50	No Error	No Error
11	4	Kanan	100	No Error	No Error
12	5	Kanan	150	No Error	No Error
13	6	Kanan	200	No Error	No Error
14	7	Kanan	250	No Error	No Error
15	1	Tengah	0	No Error	No Error
16	2	Tengah	20	No Error	No Error
17	3	Tengah	50	No Error	No Error
18	4	Tengah	100	No Error	No Error
19	5	Tengah	150	No Error	No Error
20	6	Tengah	200	No Error	No Error
21	7	Tengah	250	No Error	No Error

5.7.5. Analisis Pengujian

Analisis dilakukan pada data yang diperoleh dari tabel 5.14. atau hasil pengujian pengujian keseluruhan sistem. Pada percobaan penghalang pada posisi sebelah kiri pada jarak 0cm sampai dengan 250cm kinerja dari LED dan *Buzzer* dapat bekerja dengan baik karena tidak terjadi masalah atau *"No Error*Pada percobaan penghalang pada posisi sebelah kanan pada jarak 0cm sampai dengan 250cm kinerja dari LED dan *Buzzer* dapat bekerja dengan baik karena tidak terjadi masalah atau *"No Error"*. Pada percobaan penghalang pada posisi sebelah tengah pada jarak 0cm sampai dengan 250cm kinerja dari LED dan *Buzzer* dapat bekerja dengan baik karena tidak terjadi masalah atau *"No Error"*. Pada saat penghalang berada di jarak 0cm maupun 250cm sistem dapat bekerja dengan efektif.

Dari pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan dan sistem dapat bekerja dengan efektif. Karena tidak ditemukan kesalahan dan LED serta *Buzzer* dapat bekerja dengan optimal. Dari pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan tingkat keefektifan sistem adalah $\frac{21-0}{21} \times 100\% = 100\%$.

Menurut hasil pengujian dimana sistem tidak terdapat kesalahan dan dapat bekerja dengan baik, maka dapat dikatakan menurut pengujian ini sistem dapat bekerja 100%. Nilai tersebut merupakan nilai yang dapat dipakai dan dipercaya untuk dijadikan acuan dalam perancangan *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor berbasis *Wireless Network.*

BAB VI
PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem sensor ultrasonik memiliki respons yang baik dalam mendeteksi perubahan jarak dari obyek yang bergerak karena memiliki *delay* dan rata-rata nilai PING 11,03 milidetik.
2. Sistem *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik juga telah dapat melakukan komunikasi secara *Wireless* antara modul 1 atau *client* dan modul 2 atau *server* yang di buktikan pada pengujian di mana antar modul dapat saling menerima paket data yang dikirim dan dapat diketahui nilai *ping* sistem tersebut
3. Sistem *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor dapat bekerja efektif pada saat mendeteksi objek sepeda motor yang bergerak pada pada jarak 100 cm dengan kecepatan 10km/jam sampai dengan 50km/jam. Pada saat objek berjarak 200cm, bekerja secara efektif kecepatan 10km/jam sampai dengan 40km/jam. Pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik memiliki ketelitian pembacaan sekitar 98,24%. Tingkat ketelitian pembacaan pada objek manusia yang bergerak sekitar 86,57%. Tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi objek sepeda motor yang bergerak bersama sistem adalah 100%. Pengukuran jarak yang diukur sensor saat sensor dan objek bergerak bersama memiliki tingkat ketelitian pembacaan sekitar 95,75%.
4. Sistem *Blind Spot* sensor dengan sensor ultrasonik untuk kendaraan bermotor memiliki tingkat *reliability* sebesar 98%. Sistem memiliki jangkauan komunikasi yang efektif pada jarak 100cm sampai dengan 600cm dan sistem akan efektif jika digunakan pada mobil. Tingkat keefektifan keseluruhan sistem sebesar 100%.

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem ini antara lain:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, bisa menggunakan perangkat keras untuk sensor dari sistem yang memiliki tingkat akurasi dan jangkauan pembacaan sensor yang lebih baik

2. Untuk pengembangan lebih lanjut, bisa menggunakan perangkat keras untuk modul komunikasi *Wireless* yang memiliki jangkauan lebih luas, *delay* yang lebih kecil dan *transfer rate* yang lebih baik.

3. Untuk pengembangan bisa menggunakan LCD dan menambahkan GUI sebagai aktuator sebagai pengganti lampu LED.

DAFTAR PUSTAKA

[AA-13] Andani, Meri. *Analisa dan perancangan jaringan wlan menggunakan mikroti pada smk kanada sakura indonesia (kansai) pekanbaru*. Diss. UIN Suska Riau, 2013.

[ABA-09] Abdelmohsen, ahmed, *MICRO BUZZER 5V DC / 20mA PCB TYPE–SEALED*, (http://www.vellemanusa.com/us/enu/product/view/?id=350789 diakses tanggal 21 April 2015).

[ADC-14] Aliandri, D., Cahyo, A. *Kajian volume serta kinerja lalu lintas Jl.MT.Haryono-Jembatan Soekarno Hatta–Jl.M.Panjaitan–Jl.Bogor Atas – Jl.Veteran dan Jl.Gajayana*. S1. Universitas Brawijaya. 2014.

[AMB-14] Agung, Muhammad Bangun., *Arduino For Beginners*, (http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ve diakses tanggal 21 Januari 2015).

[ANS-07] ASA, Nordic Semiconductor, *nRF24L01 Product Specification V2.0*, (http://www.nordicsemi.com/eng/nordic/download_resource/8041/1/62435711 diakses tanggal 21 Januari 2015).

[ARD-14] Arduino, *Arduino Pro Mini*, (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini Diakses tanggal 15 November 2014).

[BPS-11] Statistik, Badan Pusat., *Jumlah Kecelakaan, Koban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi yang Diderita Tahun 1992-2013*, , (http://bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=2&tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=14 diakses tanggal 22 januari 2015).

[BTI-14] Basuki, T., Ilmawan, H. *Kajian Simpang Soekarno-Hatta Akibat Rekayasa Lalu Lintas dalam Kampus Universitas Brawijaya Malang*. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang. 2014.

[DBC-15] digi-bytes.com, *Sensor Pengukur Jarak Ultrasonik [HC-SR04]*, (http://digi-

bytes.com/index.php?route=product/product&product_id=50 diakses tanggal 21 Januari 2015).

[DGB-97] Directorate General Bina Marga. *Highway Capacity Manual Project (HCM)*. Jakarta Selatan: PT Bina Marga Persero. 1997.

[DJU-011] Djuandi, F., *Pengenalan Arduino*, (www.tokobuku.com diakses tanggal 21 januari 2015).

[EF-11] Elec Freaks, *2.4G Wireless nRF24L01p*, (http://www.elecfreaks.com/wiki/index.php?title=2.4G_Wireless_nRF24L01p diakses tanggal 13 April 2015).

[EMI-014] Emil, *Making a better HC-SR04 Echo Locator*, (http://uglyduck.ath.cx/ep/archive/2014/01/Making_a_better_HC_SR04_Echo_Locator.html diakses tanggal 13 April 2015).

[IRT-013] Indra RTMC, *BLIND SPOT*, (http://ditlantassultra.com/wp-content/uploads/2014/05/BLIND-SPOT.pdf. diakses tanggal 17 April 2015).

[MA-10] Muhtadi,A. *ANALISIS KAPASITAS, TINGKAT PELAYANAN, KINERJA DAN PENGARUH PEMBUATAN MEDIAN JALAN*. NEUTRON, VOL.10, NO.1, PEBRUARI 2010: 43 – 54. 2010.

[MA-06] Munawar,A. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta *offset*. Jogjakarta. 2006.

[MSU-14] msuzuki777, *Arduino USB*, (http://www.instructables.com/id/Arduino-USB/#step0 diakses tanggal 15 November 2014).

[PAN-08] Prawiroredjo, K., Asteria, N., *Detektor Jarak dengan SensorUltrasonik Berbasis Mikrokontroler*, *JETri* 7:41-52 , 2008.

[PTI-02] Profilic Technology Inc., 2002, *PL-2303 USB to Serial RS232 Bridge Controller Product Datasheet*, (http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/116844/ETC1/PL2303.html diakses tanggal 15 November 2014).

[RI-06] Republik Indonesia., Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: Km 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, 2006.

[RPM-04] Roess, P., Prassas,S., McShane, R. *Traffic Engineering*. 3rd ed. Pearson Education. United States of America. 2004.

[SAD-07] Supriyadi, Andi, and Dhani Gartina. "Memilih Topologi Jaringan Dan Hardware Dalam Desain Sebuah Jaringan Komputer." *Majalah Informatika Pertanian* 16.2 (2007): 1037-1053.

[SKS-07] Susanto, R., Kristanto Y., Ridwanto S., Hisnuaji D., *Perancangan dan Implementasi Sensor Parkir pada Mobil Menggunakan Sensor Ultrasonik, CommIT* 1:18-29, 2007

[SUA-13] Su, Andrew, *Karakteristik LED*, (http://led-4e-free-1.blogspot.com/2013/03/karakteristik-led.html diakses tanggal 21 Januari 2015.

[WBS-09] Wahyono, Bagus S., *Sistem Deteksi Gempa Bumi Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel*, Jurusan Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2009.

[ZMA-13] Zainuddin, Z., Manjang, S,. Achmad, A., *Pemodelan Sistem Komunikasi Wireless Network Untuk Deteksi Dini Bencana Longsor*, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Fajar, Universitas Hassanudin, 2013.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Simpang MT.Haryono-Soekarno Hatta

kode pen-dekat	Hijau Dalam fase no.	Tipe Pen-Dekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau							Nilai di-sesuaikan smp/jam	Arus lalu lintas smp/jam	Rasio Arus FR	Rasio fase PR = FRcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S . g/c	Derajat kejenuh-an
						Arah diri	Arah Lawan		Nilai dasar smp/jam	Faktor-faktor koreksi												
										Semua tipe pendekat				Hanya tipe P								
										Ukuran kota	Hambatan samping	Kelan-daian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri							
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	S_0	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C
U	3	P	1		0,0037	7	0	2	1200	0,95	0,95	1	1	1	1	1083	7	0,006	0,019	16	168	0,04
T	2	P			0,0286	2	0	2,5	1500	0,95	0,95	1	1	1,0074	1	1364	2	0,001	0,004	20	265	0,01
B	1	P	0,65			0	0	6,3	3780	0,95	0,93	1	1	1	1	3340	1114	0,333	0,977	50	1621	0,69
Waktu hilang total LTI				17	Waktu siklus pra penyesuaian Cua				(det)	46,307							IFR =	0,341				
(det)					Waktu siklus disesuaikan (C)				(det)	103							□ FRcrit					