

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN SISA CAIRAN
INFUS DAN PENGENDALIAN ALIRAN INFUS
MENGUNAKAN JARINGAN NIRKABEL**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2016**

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN SISA CAIRAN
INFUS DAN PENGENDALIAN ALIRAN INFUS
MENGUNAKAN JARINGAN NIRKABEL**

LAPORAN TUGAS AKHIR

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Sarjana
Pada Jurusan Sistem Komputer Universitas Andalas*



**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2016**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa/dosen/tenaga kependidikan* Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

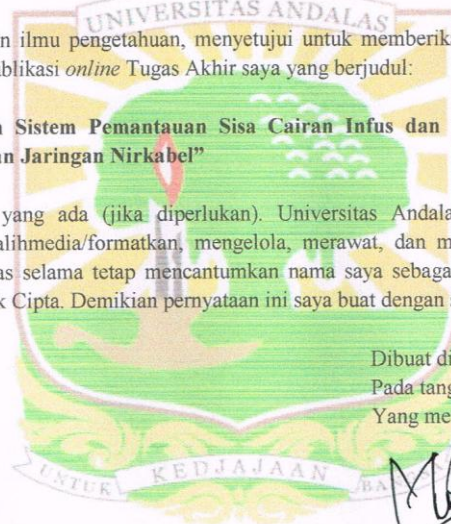
Nama lengkap : Mira Siska
No. BP/NIM/NIDN : 1010451011
Program Studi : Sistem Komputer
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenis Tugas Akhir : ~~TA/Dis~~/Skripsi/~~Tesis~~/Disertasi.....**

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Sistem Pemantauan Sisa Cairan Infus dan Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Padang
Pada tanggal 31 Agustus 2016
Yang menyatakan,




(Mira Siska)

* pilih sesuai kondisi

** termasuk laporan penelitian, laporan pengabdian masyarakat, laporan magang, dll

HALAMAN PENGESAHAN

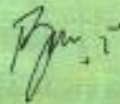
Nama : Mira Siska
No.BP : 1010451011
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Sisa Cairan Infus dan
Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel

Tugas Akhir ini disetujui oleh Dosen Pembimbing dan disahkan oleh Ketua Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.

Demikianlah lembaran pengesahan ini dibuat untuk diketahui bersama.

Padang, 27 Juni 2016

Pembimbing 1



Budi Rahmadya, M.Eng
NIP. 198112222008121004

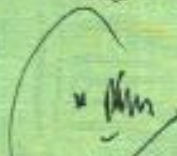
Pembimbing 2



Fajril Akbar, M.Sc
NIP. 198001102008121002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Sistem Komputer
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Andalas
Padang, 27 Juni 2016



Dodop Yendri, M.Kom
NIP. 196603091986031001

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Mira Siska
No.BP : 1010451011
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pamantauan Sisa Cairan Infus dan Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel

Telah diujikan dan telah disetujui Seminar Hasil Tugas Akhirnya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) melalui ujian komprehensif yang diadakan pada tanggal 16 Juni 2016 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

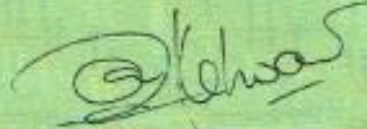
Padang, 27 Juni 2016

Penguji 1



Lathifah Arief, MT
NIP. 198109122014042001

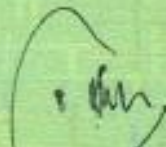
Penguji 2



Dodi Ichwana, MT
NIP. 198611072015041001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Sistem Komputer
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Andalas
Padang, 27 Juni 2016



Dodon Yendri, M.Kom
NIP. 196603091986031001

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tim Penguji Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Sistem Komputer, menyatakan bahwa :

Nama : Mira Siska


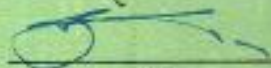
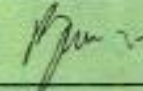
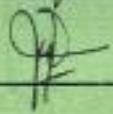
No.BP : 1010451011

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Sisa Cairan Infus dan Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel

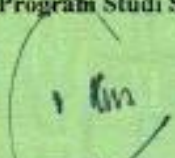
Telah diujikan dan telah disetujui Seminar Hasil Tugas Akhirnya pada seminar hasil untuk dilanjutkan pada tahap berikutnya.

Demikianlah lembaran pengesahan ini dibuat untuk diketahui bersama.

Padang, 27 Juni 2016

	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Firdaus, MT	
Penguji II	: Ir. Werman Kasoep, M.Kom	
Pembimbing I	: Budi Rahmadya, M.Eng	
Pembimbing II	: Fajril Akbar, M.Sc	

Mengetahui :
Ketua Program Studi Sistem Komputer


Dodon Yendri, M.Kom
NIP. 196603091986031001

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Sisa Cairan Infus dan Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel " adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana, Magister, dan Doktor), baik di Universitas Andalas maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Tugas Akhir ini murni gagasan dan rancangan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali bantuan dan arahan dari tim pembimbing.
3. Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam tulisan saya dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan lain yang berlaku.

Demikianlah surat ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 27 Juni 2016

Yang membuat pernyataan,



Mira Siska
No.BP. 1010451011

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan laut (menjadi tinta), ditambahkan kepadanya tujuh laut (lagi) sesudah (kering)nya, niscaya tidak akan habis-habisnya (dituliskan) kalimat Allah, sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Bijaksana”. (Q.S. Al - Luqman : 27)

“Maka Nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ?
(Q.S. Ar - Rahman : 13)

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain ”. (Q.S. Alam Nasyrah : 6-7)

Alhamdulillahirobbil' alamin

Yaa Allah.....

Terima kasih atas nikmat dan rahmat-Mu yang agung ini, hari ini hamba bahagia
Sebuah perjalanan panjang dan gelap, telah kau berikan secercah cahaya terang
Meskipun hari esok penuh teka-teki dan tanda tanya yang aku sendiri belum tahu pasti jawabanya
Di tengah malam aku bersujud, kupinta kepada-mu di saat aku kehilangan arah, kumohon petunjukmu

Aku sering tersandung, terjatuh, terluka dan terkadang harus kutelan antara keringat dan air mata.
Namun aku tak pernah takut, aku takkan pernah menyerah karena aku tak mau kalah, Aku akan terus melangkah berusaha dan berdo'a tanpa mengenal putus asa.

Syukur Alhamdulillah.....

Kini aku tersenyum dalam iradat-mu

Kini baru kumengerti arti kesabaran dalam penantian, sungguh tak kusangka yaa Allah
Kau menyimpan sejuta makna dan rahasia, sungguh berarti hikmah yang kau beri

Mamaku tersayang.....

Kau kirimkan kekuatan lewat untaian kata dan iringan do'a. Tak ada keluh kesah di wajahmu dalam mengantar anakmu ke gerbang masa depan yang cerah tuk raih segenggam harapan dan impian menjadi kenyataan

Mamakau besarkan aku dalam dekapan hangatmu. Cintamu hiasi jiwaku dan restumu temani kehidupanku.

Papaku tercinta.....

Kau begitu kuat dan tegar dalam hadapi hidup ini
Kau jadikan setiap tetes keringatmu sebagai semangat meraih cita-cita
Hari-harimu penuh tantangan dan pengorbanan
Tak kau hiraukan terik matahari membakar kulitmu dan hujan deras mengguyur tubuhmu
Papa, dirimu adalah pelita dalam hidupku

Ma, Pa.....

Inilah kata-kata yang mewakili seluruh rasa, sungguh aku tak mampu menggantikan kasihmu dengan apapun, tiada yang dapat ku berikan agar setara dengan pengorbananmu padaku, kasih sayangmu tak

pernah bertepi cintamu tak pernah berujung... tiada kasih seindah kasihmu, tiada cinta semurni cintamu, kepadamu ananda persembahkan salam yang harumnya melebihi kasturi, yang sejuknya melebihi embun pagi, hangatnya seperti mentari di waktu dhuha, salam suci sesuci air telaga kautsal yang jika diteguk akan menghilangkan dahaga selalu menjadi penghormatan kasih dan cinta yang tidak pernah pudar dan berubah dalam segala musim dan peristiwa.

Kini...sambutlah aku anakmu di depan pintu tempat dimana dulu anakmu mencium tanganmu dan terimalah keberhasilan berwujud gelar persembahanku sebagai bukti cinta dan tanda baktiku...

Dengan ridho Allah SWT,

Mira persembahkan karya ini untuk Papa dan Mama tersayang

Terimakasih atas Do'a, semangat, motivasi, kasih sayang yang tiada pernah putus

Abang, mbak dan adik-adikku

Terimakasih atas Do'a, semangat, tawa & canda yang selalu menguatkan

Cita, cinto, ulung, iwit

Terimakasih atas doa dan semangat yang selalu kalian berikan walaupun jarak kita terbatas

Madya Yeni Febrina

Terimakasih atas doa, semangat, bantuan dan perjuangan kita selama ini. Memang dalam melangkah banyak kita temui masalah tetapi kita selalu percaya bahwa yang memberikan masalah Allah SWT juga akan memberikan jalan keluarnya, hanya kita perlu sabar sebentar untuk menyelesaikannya. Walaupun perjuangan ini belum berakhir, bunda percaya ini pasti bias, ini hanya perlu sabar semua akan berakhir dengan indah.

Rifa Yuliyanti, S.Km, Ahmad Fachrizal, S.T

Terimakasih atas doa dan semangat yang selalu menguatkan mira. Walaupun kita baru berteman tetapi kalian adalah orang-orang yang masih tinggal disaat semua berlalu sibuk dengan dunia masing-masing. Semoga persahabatan ini kekal selamanya.

Keluarga Besar Sistem Komputer Kosong Sapuluah

Terimakasih atas doa dan semangat kepada teman-teman seperjuangan yang tidak bisa mira sebutkan satu persatu namanya. Akhirnya perjuangan kita selama ini membuahkan hasil, dan kepada teman-teman Calon S.Kom tetap semangat yah, tinggal sedikit lagi teman, semuanya akan berakhir, semangat skripsweet.....

Terimakasih juga kepada **sumo** yang telah membantu kakak saat detik-detik terakhir deadline tugas akhir ini, tanpa sumo ini mungkin belum selesai, terima kasih banyak sumo..

Terimakasih juga kepada adik-adik kece kakak **Maulina Agustin** dan **Fitria Sri Maryati** yang selalu memberikan semangat dan menghibur kakak, semoga kalian cepat menyul yahh....

Terimakasih keluarga besar **Tanmalaka, ante** dan **bunda** yang memberikan semangat kepada mira, akhirnya selesai jug ante, bun yang mira cemas selama ini, aamiin....

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya mira ucapkan kepada pak **Budi Rahmadya, M.Eng, pak Fajril Akbar, M.Sc** dan bapak **Firdaus, MT** yang telah membimbing mira, memberikan semangat dan membantu mira menyelesaikan TA ini, tanpa bapak semua ini takkan terwujud.

Terimakasih Keluarga Besar Sistem Komputer Universitas Andalas, akhirnya punya Kitab Sakti bernama "Skripsi"

Welcome to the NEW WORLD...

Wassalamualaikum, Mira Siska, S.Kom

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta shalawat dan salam atas junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga memberikan kemudahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Sisa Cairan Infus dan Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel”.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik berupa bantuan moril maupun materil. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dodon Yendri, M.Kom selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Andalas.
2. Bapak Budi Rahmadya, M.Eng selaku Pembimbing I yang telah membimbing penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dan banyak memberikan masukan serta saran kepada penulis.
3. Bapak Fajril Akbar, M.Sc selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan dan saran kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

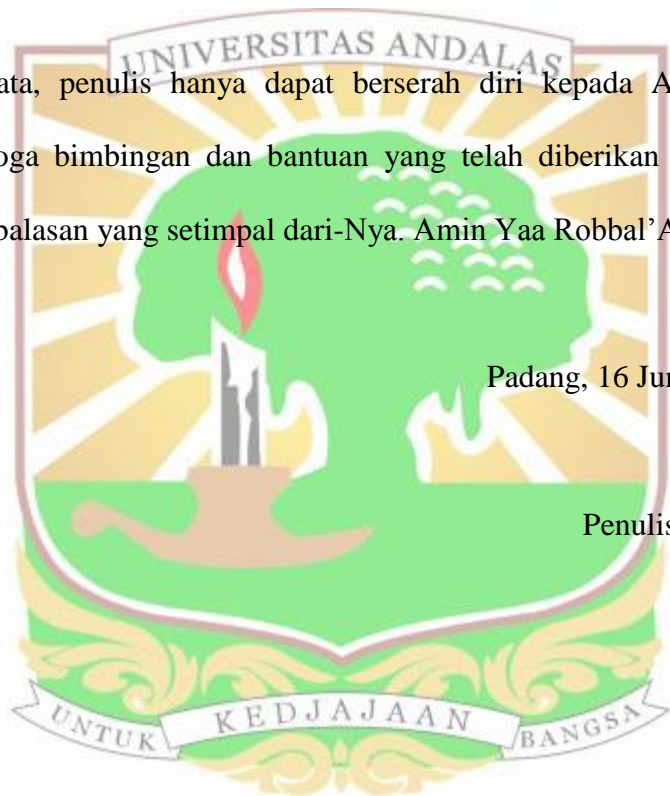
5. Kepada teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis memohon maaf apabila ada kekurangan maupun kesalahan dalam penyajiannya, serta mengharapkan kritikan dan saran yang bermanfaat untuk dapat mengembangkan dan meningkatkan mutu Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis hanya dapat berserah diri kepada Allah SWT dan berharap semoga bimbingan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang setimpal dari-Nya. Amin Yaa Robbal'Alamin.

Padang, 16 Juni 2016

Penulis



RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN SISA CAIRAN INFUS DAN PENGENDALIAN ALIRAN INFUS MENGUNAKAN JARINGAN NIRKABEL

Mira Siska¹, Budi Rahmadya, M.Eng², Fajril Akbar, M.Sc³

¹*Mahasiswa Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas*

²*Dosen Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas*

³*Dosen Sistem Informasi Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas*

ABSTRAK

Setiap pasien yang dirawat di rumah sakit selalu diberikan cairan infus sebagai pertolongan pertama. Cairan Infus merupakan cairan yang mengandung zat-zat makanan, obat-obatan dan vitamin untuk menggantikan kehilangan cairan dalam tubuh. Saat ini, cairan infus dikontrol oleh perawat pada masing-masing pasien masih secara manual. Untuk meningkatkan efisiensi kerja, pada penelitian ini telah dirancang sistem yang memantau dan mengendalikan sisa cairan menggunakan jaringan nirkabel. Alat ini menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian cairan infus dan dikonversi menjadi volume cairan pada Arduino Uno. Apabila cairan mencapai volume minimum, maka motor servo akan bergerak menghentikan aliran pada selang infus. Komunikasi antara ruang pasien dan *monitoring room* menggunakan Xbee S2. *Transmitter modul* yang berada pada Arduino akan mengirimkan data kepada *receiver modul Uartsbee* pada komputer di *monitoring room*. Informasi sisa cairan infus pasien ditampilkan pada GUI (*Graphic User Interface*) di *monitoring room*. Tampilan GUI (*Graphic User Interface*) dirancang menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0*. Dari simulasi yang dilakukan, didapatkan presentasi *error* ketinggian cairan infus sebesar 1.96% dan presentasi *error* volume cairan sebesar 2.16%. Simulasi pengiriman data pada Xbee S2 dilakukan pada gedung yang sama dan gedung yang berbeda, dimana Xbee dapat berkomunikasi dengan baik pada gedung yang sama.

Kata Kunci : Infus, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, Xbee S2, Microsoft Visual Basic 6.0

DESIGN MONITORING SYSTEM OF RESIDUAL LIQUID INFUSION AND CONTROLL FLOW INFUSION USING WIRELESS NETWORK

Mira Siska¹ , Budi Rahmadya, M.Eng² , Fajril Akbar, M.Sc³

¹*Undergraduate Student, Computer System Major, Information Technology Faculty, Andalas University*

²*lecturer, Computer System, Information Technology Faculty, Andalas University*

³*lecturer, Information System, Information Technology Faculty, Andalas University*



ABSTRACT

Each patient treated in the hospital always given liquid infusion as first aid. A liquid infusion is containing food substances, medicines and vitamin for replace fluid loss in the body. Currently, liquid infusion controlled by nurses in each patient manually. For improve the efficiency of work, in the research has designed system to monitoring and controlled residual liquid using wireless network. This tool used ultrasonic sensor HC-SR04 for detect height for liquid infusion and convert to liquid volume on Arduino Uno. When liquid reaches minimum volume, then motor servo will move to stop flow in tube infusion. Communication between the patient room and monitoring room using Xbee S2. Transmitter modules on Arduino Uno will send data to receiver modules Uartsbee on computer in monitoring room. Information of residual liquid infusion patient displayed on GUI in monitoring room. Design of GUI using Microsoft Visual Basic 6.0. Presentation error simulation for liquid infusion height is 1,96% and 2,16% to liquid volume. Simulation data transmission in Xbee S2 applied to same building and different buildings, where Xbee can communicate well in the same building.

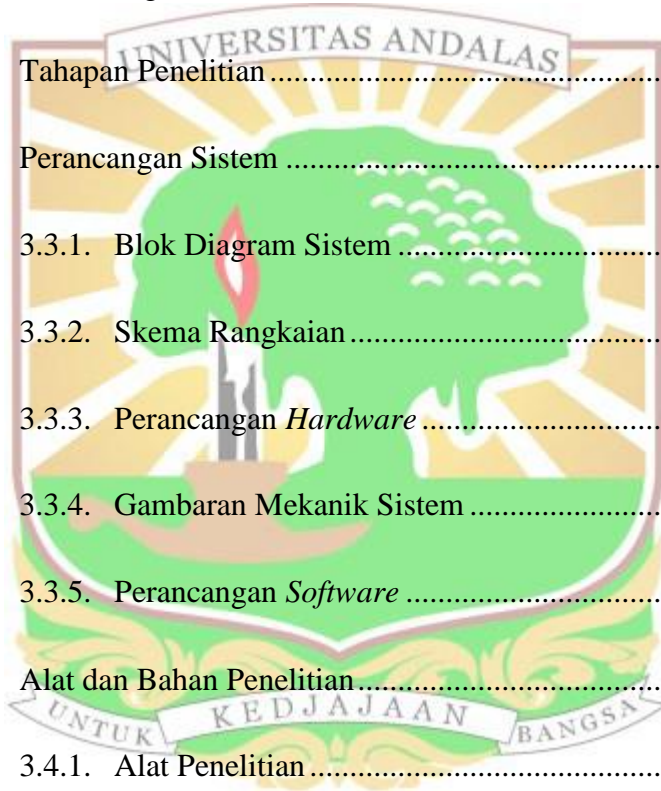
Keyword : Infusion, Ultrasonic Sensor HC-SR04, Arduino Uno, Xbee S2, Microsoft Visual Basic 6.0

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR ...Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIRError! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERNYATAANError! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACTError! Bookmark not defined.	
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
DAFTAR ISTILAH	xxiii
DAFTAR NOTASI	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Infus	5
2.1.1. Prinsip Kerja Sistem Infus.....	6
2.1.2. Daerah Pemasangan Infus	7
2.1.3. Pemantauan Cairan Infus Pasien di Rumah Sakit	7
2.2. Sensor.....	8
2.2.1. Sensor untuk Mendeteksi Level Cairan Infus	8
2.2.2. Sensor Ultrasonik	8
2.3. Mikrokontroler	11
2.3.1. ATmega328	12
2.3.2. Arduino.....	13
2.4. Media Komunikasi Nirkabel	14
2.4.1. Macam-Macam Media Komunikasi Nirkabel.....	14
2.4.2. XBee	15
2.5. Komunikasi Serial.....	17
2.6. Motor.....	17
2.6.1. Motor Servo.....	18
2.6.2. Motor Stepper.....	19
2.7. Perangkat Lunak.....	20
2.7.1. Arduino IDE.....	20

2.7.2. Microsoft Visual Basic 6.0.....	21
2.7.3. X-CTU.....	23
2.8. Komunikasi Serial pada <i>Visual Basic</i>	24
2.9. Penelitian yang Terkait	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Metodologi Penelitian	29
3.2. Tahapan Penelitian	30
3.3. Perancangan Sistem	33
3.3.1. Blok Diagram Sistem	33
3.3.2. Skema Rangkaian.....	34
3.3.3. Perancangan <i>Hardware</i>	39
3.3.4. Gambaran Mekanik Sistem	42
3.3.5. Perancangan <i>Software</i>	43
3.4. Alat dan Bahan Penelitian.....	49
3.4.1. Alat Penelitian	49
3.4.2. Bahan Penelitian.....	49
BAB IV HASIL DAN ANALISA	50
4.1. Implementasi Sistem	50
4.2. Pengujian <i>Hardware</i>	51
4.2.1. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	52

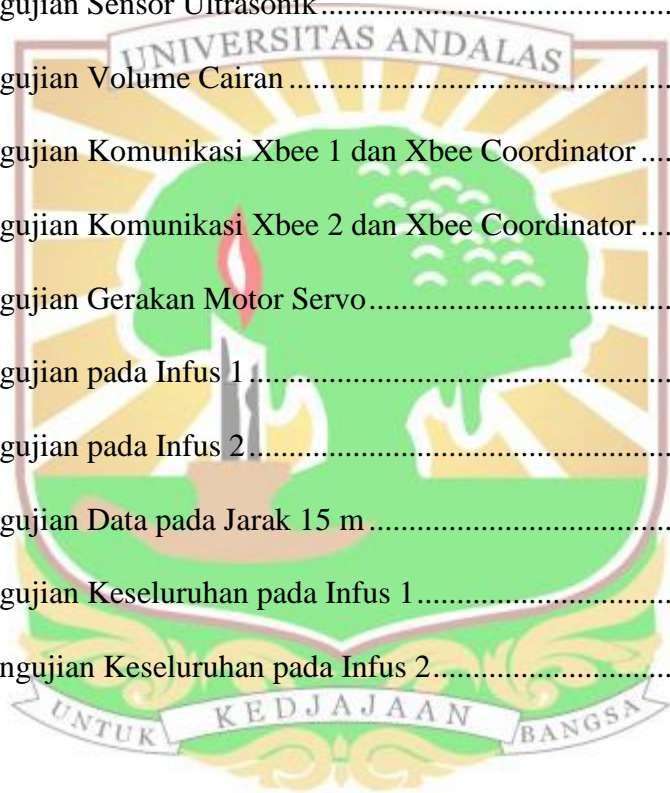


4.2.2.	Pengujian Komunikasi Xbee S2.....	56
4.2.3.	Pengujian Sistem Penutup Katup Infus	58
4.3.	Pengujian <i>Software</i>	60
4.3.1.	Pengujian Pengiriman Data pada Ruang yang Sama ..	60
4.3.2.	Pengujian Pengiriman Data pada Ruang Berbeda.....	63
4.3.3.	Pengujian Pengiriman Data pada Gedung Berbeda	65
4.4.	Pengujian Keseluruhan.....	66
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1.	Kesimpulan	71
5.2.	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Deskripsi Ultrasonik HC-SR04.....	11
Tabel 2. 2 Deskripsi Arduino Uno	13
Tabel 2. 3 Keterangan Fungsi Pin Xbee ^[7]	16
Tabel 3. 1 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang Digunakan	49
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	54
Tabel 4. 2 Pengujian Volume Cairan	55
Tabel 4. 3 Pengujian Komunikasi Xbee 1 dan Xbee Coordinator	57
Tabel 4. 4 Pengujian Komunikasi Xbee 2 dan Xbee Coordinator	58
Tabel 4. 5 Pengujian Gerakan Motor Servo.....	59
Tabel 4. 6 Pengujian pada Infus 1	61
Tabel 4. 7 Pengujian pada Infus 2.....	62
Tabel 4. 8 Pengujian Data pada Jarak 15 m	64
Tabel 4. 9 Pengujian Keseluruhan pada Infus 1	67
Tabel 4. 10 Pengujian Keseluruhan pada Infus 2.....	69



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Komponen Utama Infus ^[13]	6
Gambar 2. 2 Cara Kerja Sensor Ultrasonik ^[16]	9
Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonik	10
Gambar 2. 4 Konfigurasi Pin ATmega 328 ^[5]	12
Gambar 2. 5 Arduino Uno ^[18]	14
Gambar 2. 6 Modul XBee	15
Gambar 2. 7 Xbee S1 Modul Radio Frekuensi (RF) ^[7]	16
Gambar 2. 8 Motor Servo ^[2]	18
Gambar 2. 9 Konfigurasi Pin pada Motor Servo Standar ^[2]	19
Gambar 2. 10 Motor Stepper ^[12]	19
Gambar 2. 11 Tampilan Arduino IDE.....	21
Gambar 2. 12 Microsoft Visual Basic 6.0.....	22
Gambar 2. 13 Tampilan Software X-CTU.....	24
Gambar 2. 14 Komponen MSCOMM Control ^[15]	25
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian	30
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Sistem.....	33
Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04	34
Gambar 3. 4 Skema Rangkaian Xbee Shield dan Xbee S2.....	35
Gambar 3. 5 Skema Rangkaian Motor Servo.....	36
Gambar 3. 6 Skema Rangkaian secara Keseluruhan.....	38
Gambar 3. 7 Arduino Uno dan Xbee Shield	39

Gambar 3. 8 Xbee S2 dan UARTsbee Adapter.....	40
Gambar 3. 9 Sensor Ultrasonik HC-SR04	40
Gambar 3. 10 Gambaran <i>Hardware</i> secara Keseluruhan pada Arduino.....	41
Gambar 3. 11 Gambaran Mekanik secara Keseluruhan.....	42
Gambar 3. 12 <i>Flowchart</i> Sistem pada Program Utama	43
Gambar 3. 13 <i>Flowchart</i> Sistem pada Program Aplikasi	45
Gambar 3. 14 Konfigurasi Xbee <i>Coodinator AT</i>	46
Gambar 3. 15 Konfigurasi Xbee <i>Router/End Device 1</i>	47
Gambar 3. 16 Konfigurasi Xbee <i>Router/End Device 2</i>	47
Gambar 3. 17 <i>Interface</i> Sistem <i>Monitoring Room</i>	48
Gambar 4. 1 Sistem Pemantauan dan Pengendalian Sisa Cairan Infus.....	50
Gambar 4. 2 Skema Pengujian Sensor Ultrasonik	52
Gambar 4. 3 Perhitungan Sisa Cairan Infus	53
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik.....	55
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Volume Cairan.....	56
Gambar 4. 6 Skema Pengujian Komunikasi Xbee	57
Gambar 4. 7 Skema Pengujian Motor Servo.....	59
Gambar 4. 8 Skema Pengujian Komunikasi Ruang Sama	60
Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Infus 1	61
Gambar 4. 10 Grafik Pengujian Infus 2	62
Gambar 4. 11 Skema Pengujian Komunikasi Berbeda Ruang.....	63
Gambar 4. 12 Grafik Pengujian pada Jarak 15 m	64
Gambar 4. 13 Skema Pengujian Komunikasi Berbeda Gedung	65

Gambar 4. 14 Skema Pengujian secara Keseluruhan.....	66
Gambar 4. 15 Grafik Pengujian Keseluruhan Infus 1	68
Gambar 4. 16 Grafik Pengujian Keseluruhan Infus 2	69
Gambar 4. 17 <i>Screen Capture</i> Pengujian Keseluruhan.....	70



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : *Source Code* Program Arduino IDE
- Lampiran 2 : *Source Code* Program Visual Basic 6.0
- Lampiran 3 : Pengujian Sensor Ultrasonik
- Lampiran 4 : Pengujian Volume Cairan



DAFTAR ISTILAH

SINGKATAN	NAMA	Pemakaian pertama kali pada halaman
AC	<i>Alternating Current</i>	14
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>	12
AVR	<i>Automatic Voltage Regulation</i>	29
CCW	<i>Counter Clock Wise</i>	19
CISC	<i>Completed Instruction Set Computer</i>	13
CW	<i>Clock Wise</i>	19
DC	<i>Direct current</i>	14
DIN/CONFIG	<i>Data Input/Configuration</i>	17
DL	<i>Destination Address Low</i>	25
DOUT	<i>Data Output</i>	16
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i>	12
GND	<i>Ground</i>	16
ICSP	<i>In Circuit Serial Programming</i>	13
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	21
MSCOMM	<i>Microsoft Communication</i>	26
OS	<i>Operating Systems</i>	21
PID	<i>Proportional Integral Derivative</i>	29
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	13
PWM0/RSSI	<i>PWM Output 0/RX Signal Indicator</i>	16
RAM	<i>Read Access Memory</i>	12
RF	<i>Radio Frequency</i>	16
RISC	<i>Reduce Instruction Set Computer</i>	12
ROM	<i>Read Only Memory</i>	12
RPS	<i>Rotor Position Sensor</i>	30
RX	<i>Receiver</i>	16

SRAM	<i>State Random Access Memory</i>	14
TX	<i>Transmitter</i>	16
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i>	12
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>	15
USB	<i>Universal Serial Bus</i>	14
VREF	<i>Voltage Reference</i>	17



DAFTAR NOTASI

	Halaman
Notasi 2.1	10
Notasi 2.2	10
Notasi 4.1	54
Notasi 4.2	54
Notasi 4.3	55
Notasi 4.4	55



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cairan infus adalah air yang dimurnikan lewat proses penyulingan. Pemberian cairan melalui infus merupakan tindakan memasukkan cairan melalui intravena untuk memenuhi kebutuhan cairan dan elektrolit serta sebagai tindakan pengobatan dan pemberian makanan. Cairan infus juga digunakan sebagai larutan awal bila status elektrolit pasien belum diketahui, misal pada kasus dehidrasi karena asupan oral tidak memadai, demam, dan lain-lain.

Fungsi infus sangatlah penting bagi pasien, maka proses pemasangan infus harus dilakukan dengan benar untuk menghindari timbulnya komplikasi yang dapat mempengaruhi keadaan pasien. Selain itu, pengontrolan dan pemantauan penggunaan cairan infus harus dilakukan oleh perawat pada rumah sakit/klinik/puskesmas dengan benar, dimana perawat harus memeriksa satu-persatu kondisi infus pasien secara berkala. Keterbatasan waktu, jarak antara ruang pasien dan *monitoring room* serta keterbatasan jumlah tenaga medis di rumah sakit/puskesmas dapat menyebabkan pasien terlambat ditanggulangi. Apabila infus habis, perawat diharuskan segera menggantinya dengan yang baru, dan kondisi seperti inilah yang sering terlambat ditanggulangi oleh perawat.

Keterlambatan perawat dalam penggantian cairan infus dapat memberikan dampak negatif terhadap pasien dengan terjadinya komplikasi

seperti darah pasien tersedot naik ke selang infus dan dapat membeku pada selang infus, sehingga mengganggu kelancaran aliran infus. Selain itu, jika tekanan pada infus tidak stabil, darah yang membeku pada selang infus dapat tersedot kembali masuk ke dalam pembuluh darah. Darah yang membeku (*blood clot*) tersebut dapat beredar ke seluruh tubuh dan dapat menyumbat kapiler darah di paru-paru sehingga menyebabkan emboli di paru-paru. Jika berbagai hal tersebut terjadi maka tempat pemasangan infus harus dipindahkan dan dipasang ke pembuluh darah vena lain, yang tidak menutup kemungkinan dapat menyebabkan timbulnya berbagai komplikasi yang jauh lebih berbahaya akibat pemasangan yang tidak dilakukan dengan benar.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis membuat alat yang dapat memantau sisa cairan infus dan mengendalikan aliran infus pada pasien. Sensor dipasang pada botol infus untuk mendeteksi sisa cairan infus, data keadaan infus akan dikirim ke mikrokontroler untuk diproses. Hasil proses dikirimkan melalui *transmitter* dan diterima oleh *receiver* untuk ditampilkan pada komputer di *monitoring room*. Apabila cairan infus berada pada kondisi yang telah ditetapkan maka akan ada tanda peringatan pada komputer dan motor akan berputar menghentikan aliran infus pada selang infus. Dari uraian diatas, penulis akan mencoba merancang Tugas Akhir yang berjudul, **“Rancang Bangun Sistem Pemantauan Sisa Cairan Infus dan Pengendalian Aliran Infus Menggunakan Jaringan Nirkabel”**.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana mengetahui dan memberikan informasi sisa cairan infus ke perawat, serta bagaimana mencegah pasien dari dampak kehabisan cairan infus.

1.3. Batasan Masalah

Agar perancangan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini tidak terlalu luas, maka dibuat batasan-batasan sebagai berikut:

1. Menggunakan sensor jarak sebagai pendeteksi ketinggian cairan infus.
2. Menggunakan jaringan nirkabel antara sistem yang ada pada botol infus dengan sistem komputer pada *monitoring room*.
3. Menghentikan aliran infus pada selang infus menggunakan motor.
4. Botol infus yang digunakan adalah 500mL.
5. Tinggi minimum cairan adalah 2,7 cm.

1.4. Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kondisi cairan infus menggunakan jaringan nirkabel untuk mengirimkan informasi sisa cairan ke komputer pada *monitoring room*.
2. Mengimplementasikan sistem pengendalian sisa cairan infus untuk mencegah pasien dari dampak kehabisan cairan infus.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini akan dibagi menjadi beberapa bab sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, berisi permasalahan yang menjadi latar belakang penulisan tugas akhir ini, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.
- Bab II Landasan Teori, berisi dasar ilmu yang mendukung pembahasan penelitian ini, dan penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik cairan infus.
- Bab III Metodologi Penelitian, berisi rancangan sistem yang akan dibuat, langkah-langkah yang ditempuh dalam pembuatan sistem dan penjelasan mengenai langkah-langkah tersebut.
- Bab IV Hasil dan Pembahasan, berisi pembahasan mengenai rancangan yang dibuat dan pengujian rancangan yang dibuat.
- Bab V Penutup, berisi kesimpulan yang bisa diambil dari perancangan yang dibuat serta saran-saran untuk peningkatan dan perbaikan yang bisa diimplementasikan untuk pengembangannya di masa depan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Infus

Intravenous Fluid Drops atau yang lebih dikenal dengan infus adalah pemberian sejumlah cairan ke dalam tubuh, melalui sebuah jarum, ke pembuluh vena (pembuluh balik) untuk menggantikan kehilangan cairan atau zat-zat makanan dari tubuh^[9].

Terapi Intravena adalah menempatkan cairan steril melalui jarum langsung ke vena pasien. Biasanya cairan steril mengandung elektrolit (natrium, kalsium, kalium), nutrient (biasanya glukosa), vitamin atau obat. Terapi intravena digunakan untuk memberikan cairan ketika pasien tidak dapat menelan, tidak sadar, dehidrasi atau syok, untuk memberikan garam yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan elektrolit, atau glukosa yang diperlukan untuk metabolisme dan memberikan medikasi^[19].

Secara umum, keadaan-keadaan yang memerlukan pemberian cairan infus terhadap pasien adalah ^[9] :

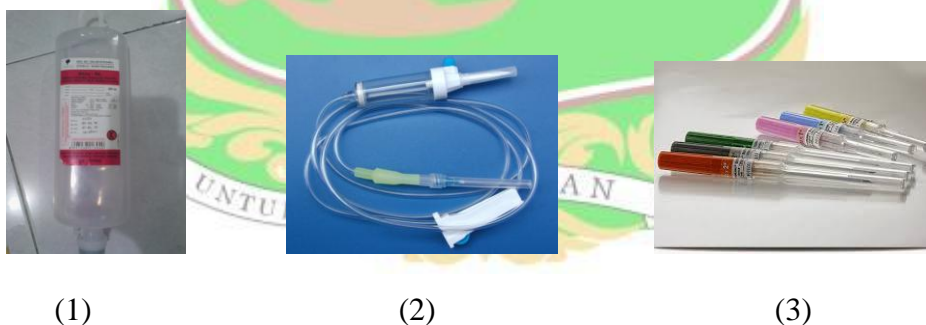
1. Pendarahan dalam jumlah banyak (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).
2. Trauma abdomen (perut) berat (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).
3. Fraktur (patah tulang), khususnya di pelvis (panggul) dan femur (paha) (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).
4. Serangan panas (*heat stroke*) (kehilangan cairan tubuh pada dehidrasi).

5. Diare dan demam (mengakibatkan dehidrasi).
6. Luka bakar luas (kehilangan banyak cairan tubuh).
7. Semua trauma kepala, dada, dan tulang punggung (kehilangan cairan tubuh dan komponen darah).

Pemasangan infus pada pasien harus dilakukan beberapa tahap, diantaranya persiapan kondisi pasien dan persiapan pada alat-alat medis. Untuk persiapan alat-alat, infus terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu ^[13] :

1. Botol infus, merupakan wadah dari cairan infus.
2. Infus set, merupakan selang untuk jalannya cairan infus ke tubuh pasien.
3. Jarum infus, merupakan alat yang digunakan untuk memasukkan cairan infus dari selang infus menuju pembuluh vena.

Gambar 2.1. adalah komponen utama infus, botol infus Gambar 2.1 (1), infus set Gambar 2.1 (2) dan jarum infus Gambar 2.1 (3).



Gambar 2. 1 Komponen Utama Infus^[13]

2.1.1. Prinsip Kerja Sistem Infus

Prinsip kerja dari cairan infus sama seperti sifat dari air yaitu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi sehingga cairan akan selalu jatuh ke bawah. Pada sistem infus laju aliran

infus diatur melalui klem selang infus, jika klem digerakan untuk mempersempit jalur aliran pada selang maka laju cairan akan menjadi lambat ditandai dengan sedikitnya jumlah tetesan infus/menit yang keluar dan sebaliknya bila klem digerakkan untuk memperlebar jalur aliran pada selang infus maka laju cairan infus akan menjadi cepat ditandai dengan banyaknya jumlah tetesan infus/menit^[13].

2.1.2. Daerah Pemasangan Infus

Pemberian cairan melalui infus dengan memasukkan ke dalam vena (pembuluh darah pasien) diantaranya vena lengan (*vena safalika basilica* dan *mediana kubiti*), pada tungkai (*vena safena*), atau pada vena yang ada di kepala, seperti *vena temporalis frontalis* (khusus untuk anak-anak).

Pemasangan infus tidak dianjurkan pada daerah yang mengalami luka bakar, lengan pada sisi yang mengalami mastektomi (aliran balik vena terganggu), lengan yang mengalami edema, infeksi, bekuan darah, atau kerusakan kulit.

2.1.3. Pemantauan Cairan Infus Pasien di Rumah Sakit

Pemantauan merupakan tanggung jawab perawat, meliputi laju arus infus, memastikan kebetahan dan keselamatan pasien. Laju arus infus ditetapkan menurut perintah dokter, dokter mungkin telah menentukan jumlah infus dalam 8 atau 24 jam. Laju infus dihitung berdasarkan jumlah tetes larutan per menit.

Banyak faktor yang mengubah laju arus infus intravena^[13]:

1. Ketinggian letak botol larutan infus di banding posisi pasien
2. Tekanan darah pasien
3. Posisi pasien sendiri dapat mempengaruhi.

Perawat harus terus menerus mengecek infus dalam selang waktu tertentu, apabila cairan mencapai leher botol maka infus harus segera diganti. Pemeliharaan laju infus penting karena implikasinya yang berkaitan dengan keseimbangan cairan tubuh pasien. Arus infus yang terlalu lambat dapat menyebabkan terjadinya *deficit* (kekurangan) karena masukan tidak dapat mengimbangi pengeluaran, atau memperlambat pemulihan keseimbangan.

2.2. Sensor

Sensor merupakan transduser yang digunakan untuk mendeteksi kondisi suatu proses. Transduser yaitu perangkat keras untuk mengubah informasi suatu bentuk energi ke informasi bentuk energi yang lain secara proporsional. Contoh: sensor untuk mengukur level bensin dalam tangki mobil, besaran level/posisi dikonversikan ke sinyal transduser yang ada pada *dashboard* mobil menjadi besaran tahanan kemudian diubah ke besaran listrik untuk ditampilkan.

2.2.1. Sensor untuk Mendeteksi Level Cairan Infus

1. Infrared

Infrared digunakan untuk mengukur level pada cairan infus. Infrared tersusun atas led dan photodiode.

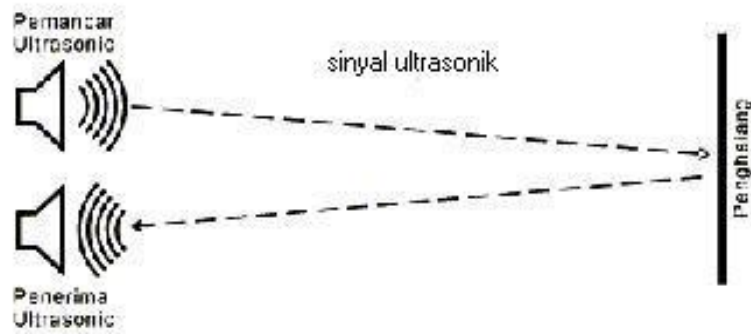
2. Strain Gauge

Strain Gauge digunakan untuk mengukur tekanan (*deformasi / strain*)

2.2.2. Sensor Ultrasonik

Sensor Ultrasonik adalah sensor yang bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut^[16]. Gelombang ultrasonik bekerja pada frekuensi mulai 20 kHz hingga

sekitar 20 MHz. Frekuensi kerja yang digunakan dalam gelombang ultrasonik bervariasi tergantung pada medium yang dilalui, mulai dari kerapatan rendah pada fasa gas, cair hingga padat.



Gambar 2. 2 Cara Kerja Sensor Ultrasonik^[16]

Pada Gambar 2.2 digambarkan cara kerja sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang disebut *transmitter* dan rangkaian penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Sinyal ultrasonik yang dibangkitkan akan dipancarkan dari *transmitter* ultrasonik. Ketika sinyal mengenai benda penghalang, maka sinyal ini dipantulkan, dan diterima oleh *receiver* ultrasonik. Sinyal yang diterima oleh rangkaian *receiver* dikirimkan ke rangkaian mikrokontroler untuk selanjutnya diolah untuk menghitung jarak terhadap benda di depannya (bidang pantul).

Secara matematis gelombang ultrasonik dapat dirumuskan sebagai :

$$s = v \cdot t/2 \dots\dots\dots(2.1)$$

Pada rumus 2.1, s adalah jarak dalam satuan meter, v adalah kecepatan suara yaitu 340 m/detik dan t adalah waktu tempuh dalam satuan detik.

Dijabarkan:

$$s = (34000 * \text{waktu}) / 1000000 * 2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Pada rumus 2.2, s d adalah jarak tempuh dalam satuan cm, waktu adalah waktu tempuh dua kali lintasan ultrasonik hingga permukaan objek dalam satuan mikrosekon maka dikonversi menjadi sekon dibagi dengan 1000000 dan 34000 adalah kecepatan suara dalam satuan cm/s.

Ketika gelombang ultrasonik menumbuk suatu penghalang maka sebagian gelombang tersebut akan dipantulkan sebagian diserap dan sebagian yang lain akan diteruskan. Gelombang yang diserap akan dihitung oleh komparator dan diteruskan menjadi bilangan *binary*.



Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonik

Gambar 2.3 merupakan gambaran fisik sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik memiliki 4 pin yaitu, pin vcc, pin ground, pin trigger sebagai *input* dan pin echo sebagai *output*. Secara umum sensor ultrasonik digunakan untuk menghitung jarak dari suatu objek yang berada di depan sensor tersebut. Sehingga dengan fungsinya tersebut, sensor ultrasonik biasa digunakan pada perangkat yang membutuhkan perhitungan jarak. Contoh : pendeteksi ketinggian air, pemantauan

ketersediaan air pada bak penampung, memantau kecepatan kendaraan bermotor dan pendeteksi dini banjir berdasarkan ketinggian dan kecepatan air. Tabel 2.1 adalah deskripsi Ultrasonik HC-SR04.

Tabel 2. 1 Deskripsi Ultrasonik HC-SR04

Tegangan Operasi	5V
Arus DC	15mA
Frekuensi Operasi	40Hz
Maksimum Range	4m
Minimum Range	2cm
Trigger Input	10 μ s
Dimensi	45*20*12mm

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah *processor* yang digunakan untuk kepentingan kontrol. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama.

Berikut rangkaian internal dari sebuah mikrokontroler secara umum^[11]:

1. Mikroprosesor: Unit yang mengevaluasi program dan mengatur jalur data.
2. ROM (*Read Only Memory*): Memori untuk menyimpan program yang dieksekusi oleh mikroprosesor. Bersifat *non volatile* artinya dapat mempertahankan data di dalamnya walaupun tidak ada sumber tegangan.
3. RAM (*Read Acces Memory*): Memori untuk menyimpan data sementara yang diperlukan saat eksekusi program.
4. *Port I/O: Port Input/Output* sebagai pintu masukan atau keluaran bagi mikrokontroler.

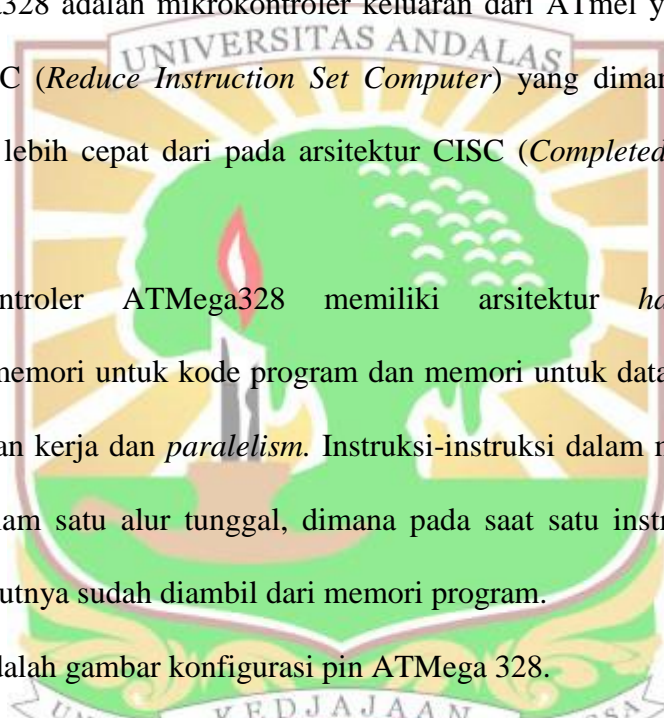
5. *Timer*: Pewaktu yang bersumber dari *oscillator* mikrokontroler atau sinyal masukan ke mikrokontroler.
6. EEPROM: Memori untuk menyimpan data yang sifatnya *non volatile*.
7. ADC: Konverter sinyal analog menjadi data digital.
8. UART: Sebagai antarmuka komunikasi serial *asynchronous*.

2.3.1. ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari ATmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

Mikrokontroler ATmega328 memiliki arsitektur *hardware*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program.

Gambar 2.4 adalah gambar konfigurasi pin ATmega 328.



(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2. 4 Konfigurasi Pin ATmega 328^[5]

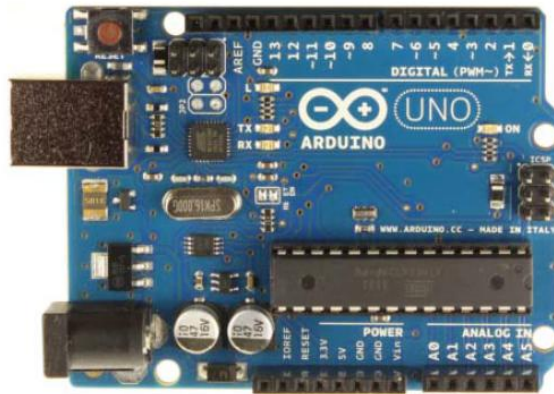
2.3.2. Arduino

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header* ICSP, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB^[18]. Tabel 2.2 adalah deskripsi dari arduino uno.

Tabel 2. 2 Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (<i>recommended</i>)	7 – 12 V
Tegangan Input (<i>limit</i>)	6 – 20 V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog Input	6
Arus DC per Pin I/O	40 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	150 mA
<i>Flash Memory</i>	32 Kb dengan 0.5 Kb digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRAM	2 Kb
EEPROM	1 Kb
Kecepatan Pewaktuan	16 Mhz

Gambar 2.5 adalah Arduino Uno.



Gambar 2. 5 Arduino Uno^[18]

2.4. Media Komunikasi Nirkabel

Media komunikasi nirkabel adalah komunikasi tanpa menggunakan media kasat mata, tetapi memanfaatkan gelombang elektromagnetik dan cahaya sebagai media komunikasi.

2.4.1. Macam-Macam Media Komunikasi Nirkabel

1. Gelombang Micro (*Microwave*)

Merupakan gelombang elektromagnetik yang menggunakan frekuensi tinggi (dalam satuan hertz), misalnya gelombang UHF. Gelombang ini memiliki frekuensi di atas 100 Mhz akan menjalar lurus dan jarak transmisinya terbatas antara 20-30 km dengan kecepatan hingga 50 Mbps. Jika jaraknya lebih dari 100 Mhz maka diperlukan *repeater* untuk penguat sinyal.

2. Satelit

Digunakan untuk komunikasi jarak jauh terutama pada daerah-daerah yang cakupannya luas dan belum ada jaringan telepon.

3. *Bluetooth*

Transmisinya berdasarkan pancaran gelombang elektromagnetik.

4. Infra merah

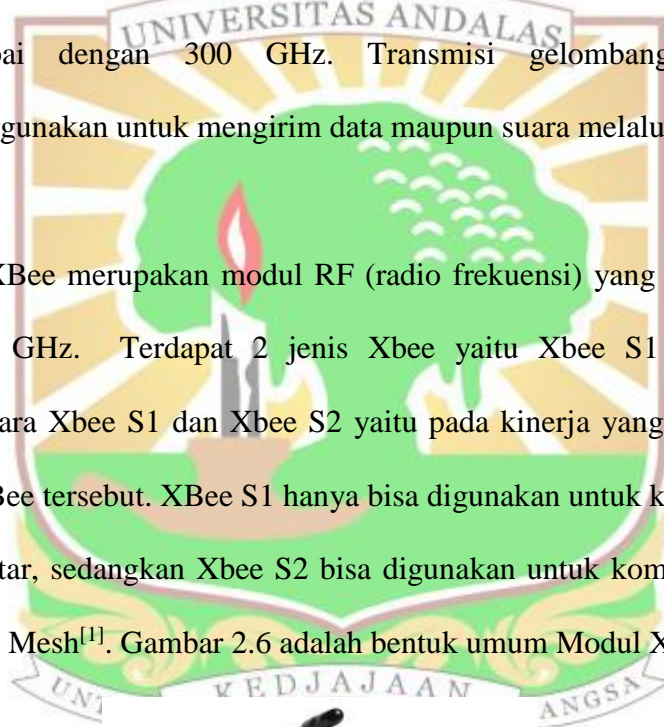
Transmisi infra merah digunakan untuk komunikasi data jarak dekat dengan kecepatan 4Mbps.

5. Gelombang Radio

Frekuensi yang digunakan pada gelombang radio berkisar antara 3 KHz sampai dengan 300 GHz. Transmisi gelombang radio dapat dipergunakan untuk mengirim data maupun suara melalui udara.

2.4.2. XBee

Modul XBee merupakan modul RF (radio frekuensi) yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Terdapat 2 jenis Xbee yaitu Xbee S1 dan Xbee S2. Perbedaan antara Xbee S1 dan Xbee S2 yaitu pada kinerja yang bisa dikerjakan oleh kedua XBee tersebut. XBee S1 hanya bisa digunakan untuk komunikasi *point to point* dan star, sedangkan Xbee S2 bisa digunakan untuk komunikasi *point to multipoint* dan Mesh^[1]. Gambar 2.6 adalah bentuk umum Modul Xbee.



Gambar 2. 6 Modul XBee

Pada modul XBee terdapat 20 pin, namun yang digunakan hanya 6 pin, yaitu VCC dan GND untuk tegangan suplai modul, RESET merupakan pin reset XBee, DOUT merupakan pin *Transmitter* (Tx), DIN merupakan pin *Receiver* (Rx), dan yang terakhir adalah PWMO/RSSI yaitu sebagai indikator penerimaan data yang biasanya dihubungkan ke led. Gambar 2.7 adalah bentuk fisik dari XBee.



Gambar 2. 7 Xbee S1 Modul Radio Frekuensi (RF)^[7]

Tabel 2.3 adalah fungsi dari pin Xbee.

Tabel 2. 3 Keterangan Fungsi Pin Xbee^[7]

Pin	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power Supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN/CONFIG	Input	UART Data In
4	DO8*	Output	Digital Output 8
5	Reset	Input	Modul Reset
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0/RX Signal Indicator
7	PWM1	Output	PWM Output 1
8	[reserved]	-	Do not Connect
9	DTR/SLEEP_RQ/D18	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input 8
10	GND	-	Ground
11	AD4/DI04	Either	Analog input 4 or Digital I/O 4
12	CTS/DI07	Either	Clear-to-Send Flow Control or Digital I/O 7
13	ON/SLEEP	Output	Module Status Indicator
14	VREF	Input	Voltage reference for A/D Inputs

15	Associate/AD5/DIO5	Either	Associated Indicator, Analog Input 5 or Digital I/O 5
16	RTS/AD6/DIO6	Either	Request-to-Send Flow Control, Analog Input 6 or Digital I/O 6
17	AD3/DIO3	Either	Analog input 3 or Digital I/O 3
18	AD2/DIO2	Either	Analog input 2 or Digital I/O 2
19	AD1/DIO1	Either	Analog input 1 or Digital I/O 1
20	AD0/DIO0	Either	Analog input 0 or Digital I/O 0

2.5. Komunikasi Serial

Pada dasarnya XBee merupakan komunikasi secara serial, akan tetapi apabila mode API digunakan, dibutuhkan pemaketan data RF. Komunikasi serial adalah pengiriman data secara serial (data dikirim satu persatu secara berurutan), sehingga komunikasi serial lebih lambat daripada komunikasi paralel. Komunikasi serial dapat digunakan untuk menggantikan komunikasi paralel jalur data 8-bit dengan baik. Tidak saja memakan biaya yang lebih murah, namun dapat digunakan untuk menghubungkan dua peralatan yang sangat jauh.

Agar komunikasi serial dapat bekerja dengan baik, data *byte* harus diubah ke dalam bit-bit serial menggunakan peralatan yang disebut *shift register parallel-in serial-out*, kemudian data dikirimkan hanya dengan satu jalur data saja. Hal yang serupa dikerjakan pada penerima, dimana penerima harus mengubah bit-bit serial yang diterimanya menjadi data *byte* yang persis seperti data semula pada pengirim, dengan menggunakan *shift register serial-in parallel-out*.

2.6. Motor

Motor dapat diartikan sebagai penggerak. Karena fungsi utamanya sebagai pengubah sumber energi (panas, uap, bensin, cahaya, air, listrik, dan lain-lain)

menjadi tenaga penggerak. Sebagai contoh: pada motor listrik: energi listrik (*input*) dikonversikan menjadi energi putar/gerakan berputar (*output*).

2.6.1. Motor Servo

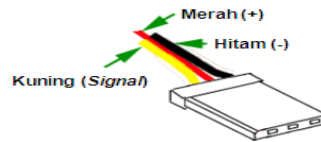
Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalamnya. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Motor servo mempunyai torsi yang cukup besar, biasa digunakan untuk aplikasi pada pergerakan lengan robot, pada mainan mobil remot kontrol, dan lain lain. Gambar motor servo dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Motor Servo^[2]

Motor servo merupakan motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Motor servo memiliki 3 kabel, masing-masing kabel terdiri dari positif (*Vcc*), negatif (*Ground*) dan kontrol (*Signal*).

Bentuk dari konfigurasi pin pada motor servo standar dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut^[2].

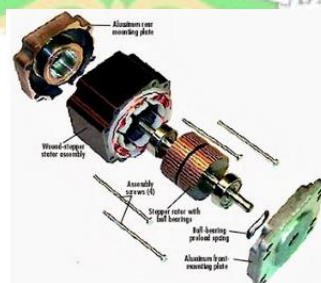


Gambar 2. 9 Konfigurasi Pin pada Motor Servo Standar^[2]

2.6.2. Motor Stepper

Motor stepper adalah motor yang digunakan sebagai penggerak/pemutar. Prinsip kerja motor stepper mirip dengan motor DC, sama-sama dicatu dengan tegangan DC untuk memperoleh medan magnet. Motor stepper tidak dapat bergerak sendirinya, tetapi bergerak secara per-step sesuai dengan spesifikasinya, dan bergerak dari satu step ke step berikutnya memerlukan waktu, serta menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Motor stepper juga memiliki karakteristik yang lain yaitu torsi penahan, yang memungkinkan menahan posisinya. Hal ini sangat berguna untuk aplikasi dimana suatu sistem memerlukan keadaan *start* dan *stop*.

Gambar 2.10 adalah bentuk umum motor stepper.



Gambar 2. 10 Motor Stepper^[12]

Motor stepper tidak merespon sinyal *clock* dan mempunyai beberapa lilitan dimana lilitan-lilitan tersebut harus dicatu (tegangan) dahulu dengan suatu urutan

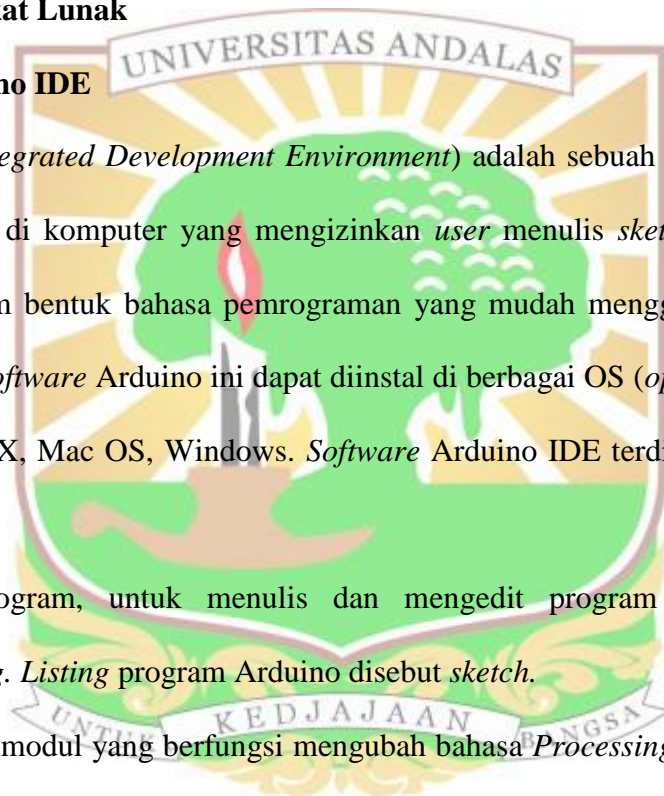
tertentu agar dapat berotasi. Membalik urutan pemberian tegangan tersebut akan menyebabkan putaran motor stepper yang berbalik arah. Jika sinyal kontrol tidak terkirim sesuai dengan perintah maka motor stepper tidak akan berputar secara tepat, mungkin hanya akan bergetar dan tidak bergerak. Untuk mengontrol motor stepper digunakan suatu rangkaian *driver* yang menangani kebutuhan arus dan tegangan.

2.7. Perangkat Lunak

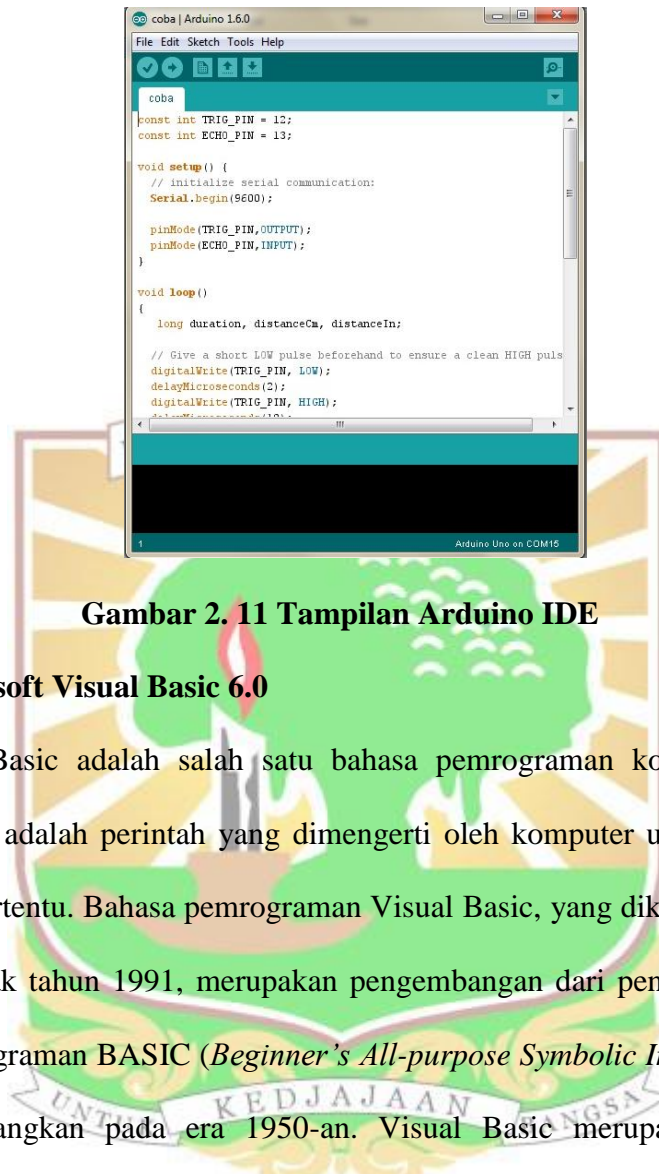
2.7.1. Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah program spesial yang berjalan di komputer yang mengizinkan *user* menulis *sketch* untuk *board* Arduino dalam bentuk bahasa pemrograman yang mudah menggunakan Bahasa *Processing*. *Software* Arduino ini dapat diinstal di berbagai OS (*operating system*) seperti: LINUX, Mac OS, Windows. *Software* Arduino IDE terdiri dari 3 bagian yaitu^[8]:

1. Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*. *Listing* program Arduino disebut *sketch*.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *Processing* ke dalam kode biner, karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrokontroler.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner ke dalam memori mikrokontroler.



Gambar 2.11 adalah tampilan Arduino IDE



Gambar 2. 11 Tampilan Arduino IDE

2.7.2. Microsoft Visual Basic 6.0

Visual Basic adalah salah satu bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman adalah perintah yang dimengerti oleh komputer untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Bahasa pemrograman Visual Basic, yang dikembangkan oleh *Microsoft* sejak tahun 1991, merupakan pengembangan dari pendahulunya yaitu bahasa pemrograman BASIC (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*) yang dikembangkan pada era 1950-an. Visual Basic merupakan salah satu *Development Tool* yaitu alat bantu untuk membuat berbagai macam program komputer, khususnya yang menggunakan sistem operasi Windows. Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman komputer yang mendukung OOP (*Object Oriented Programming*)^[17].

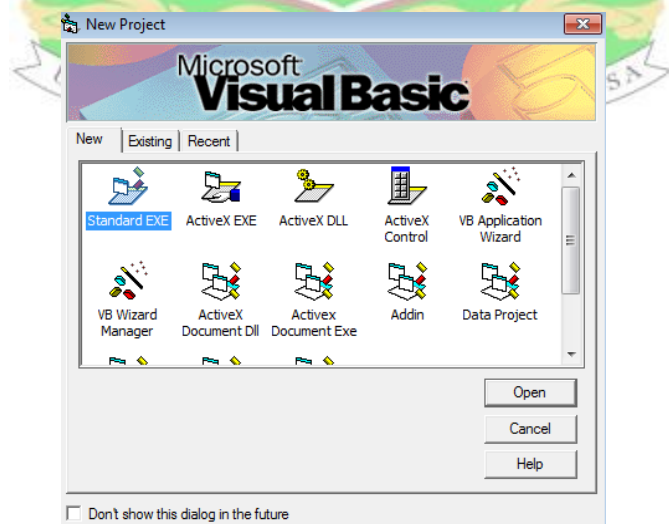
Aplikasi adalah suatu unit perangkat lunak yang dibuat untuk melayani kebutuhan akan beberapa aktivitas. Aplikasi akan menggunakan sistem operasi

(OS) komputer dan aplikasi lainnya yang mendukung aplikasi. Istilah ini mulai perlahan masuk ke dalam istilah Teknologi Informasi semenjak tahun 1993. Secara historis, aplikasi adalah software yang dikembangkan oleh sebuah perusahaan.

Bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dapat digunakan untuk menyusun dan membuat program aplikasi pada sistem operasi windows. Program aplikasi dapat berupa program database, program grafis dan lain sebagainya. Didalam Visual Basic 6.0 terdapat komponen - komponen yang sangat membantu dalam pembuatan program aplikasi. Dalam pembuatan program aplikasi pada Visual Basic 6.0 dapat didukung oleh software seperti Microsoft Access, Microsoft Exel, Seagate Crystal Report, dan lain sebagainya.

Untuk dapat menyusun dan membuat suatu program aplikasi dari VB 6.0, tentunya harus mengetahui fasilitas-fasilitas yang disediakan agar proses penyusunan dan pembuatan program tersebut berjalan dengan baik.

Gambar 2.12 adalah bentuk tampilan awal visual basic.



Gambar 2. 12 Microsoft Visual Basic 6.0

2.7.3. X-CTU

X-CTU adalah sebuah aplikasi yang disediakan oleh Digi, dimana program ini dirancang oleh Digi untuk berinteraksi dengan X-Bee. Pada aplikasi ini user bisa memperbarui *firmware* Xbee dari *Coordinator* menjadi *Router/End Device* ataupun sebaliknya [23].

Ada beberapa tahap untuk dapat konfigurasi Xbee pada X-CTU yaitu :

1. Hubungkan XBee ke PC/laptop dengan menggunakan XBee adapter.
2. Jalankan program X-CTU yang telah diinstal sebelumnya.
3. Pada tampilan X-CTU, pilih COM port yang digunakan oleh XBee. Untuk mengetahui COM port yang digunakan XBee buka *device manager* pada PC/laptop dengan cara klik kanan pada komputer lalu pilih *Manage* kemudian *Device Manager*. Pilih tanda panah pada bagian Ports (COM & LPT) dan lihat usb port yang aktif.
4. Setelah itu lakukan pengaturan baudrate, flow control, data bits, parity, dan stop bits. Kemudian tekan tombol "Test Query".
5. Jika koneksi antara X-CTU dengan XBee gagal, maka akan muncul sebuah pesan kesalahan dan jika koneksi berhasil, maka akan tampil modem type dan firmware version dari XBee yang sedang digunakan.
6. Setelah koneksi berhasil, pilih tab *Modem Configuration* untuk mengkonfigurasi parameter-parameter yang diperlukan.
7. Tekan tombol "Read", untuk membaca dan menampilkan pengaturan yang sedang digunakan XBee.

8. Agar dapat melakukan komunikasi lakukan pengaturan pada beberapa parameter berikut ini :

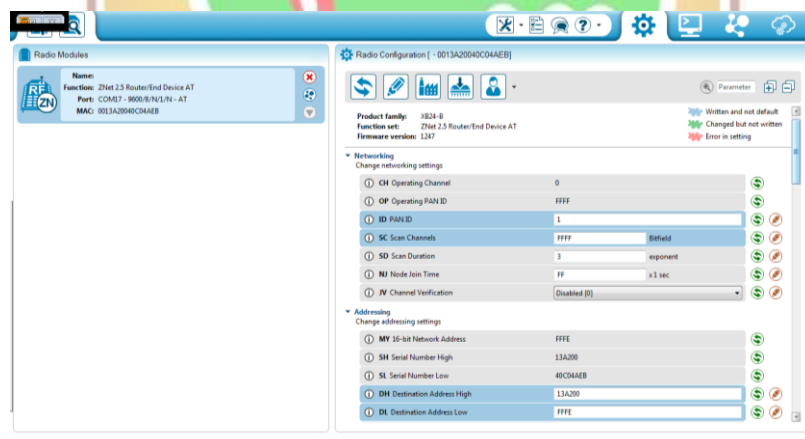
PAN IDXbee1 = PAN IDXbee2

DLXbee1 = MYXbee2,

DLXbee2 = MYXbee1.

9. Setelah selesai melakukan konfigurasi beberapa parameter, langkah terakhir yaitu menyimpan konfigurasi yang telah dilakukan pada XBee. Untuk menyimpan konfigurasi tersebut, cukup dengan menekan tombol “Write” pada X-CTU.

Gambar 2.13 adalah bentuk tampilan dari software X-CTU



Gambar 2. 13 Tampilan Software X-CTU

2.8. Komunikasi Serial pada *Visual Basic*

Salah satu cara mengakses port serial menggunakan Visual Basic 6.0 adalah melalui komponen MSCOMM. Properti penting pada MSCOMM control antara lain ^[15] :

- a. CommPort = untuk menentukan nomor port serial

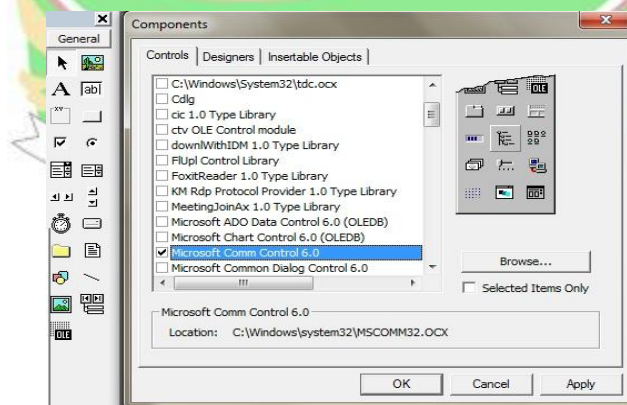
- b. Setting = untuk melakukan setting nilai baudrate, parity, bit data dan stop bit
- c. PortOpen = untuk meng-aktifkan atau me-non aktifkan port serial
- d. Input = untuk mengambil data dari port serial
- e. Output = untuk mengirimkan data ke port serial

Mscomm hanya memiliki satu even saja, yaitu even OnComm. Even ini terbagi menjadi Commevent untuk error dan komunikasi. Untuk error antara lain :

- a. comEventFrame = jika hardware mendeteksi adanya kesalahan framing
- b. comEventRxParity = jika hardware mendeteksi adanya kesalahan parity
- c. comEventBreak = jika sinyal break diterima

Untuk even komunikasi yang biasa dipakai adalah comEvReceive untuk membaca data dari port serial. Langkah-langkah untuk menggunakan komponen ini :

Pertama, menyiapkan Form baru dan menambahkan Control Microsoft Comm Control 6.0 dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Komponen MSCOMM Control^[15]

Selanjutnya, Tentukan port komunikasi serial digunakan yang terdapat pada properties.

2.9. Penelitian yang Terkait

1. Abdy Muslim (2010) dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Pada tugas akhirnya yang berjudul “*Monitoring Cairan Infus Menggunakan Modul RF YS-1020UB dengan Frekuensi 433 MHZ*”, penulis membuat penelitian ini dengan latar belakang bahwa ketidakseimbangan antara jumlah pasien dan perawat di rumah sakit, khususnya pada bagian pelayanan perawatan pasien. Perawat tidak mengetahui kondisi yang terjadi pada infus pasien, apakah habis, macet, dan lain sebagainya. Maka penulis membuat sebuah alat berbasis mikrokontroler untuk mengontrol kestabilan tetesan cairan infus dan memberikan informasi kondisi pasien secara realtime secara terpusat kepada petugas rumah sakit. *Hardware* yang digunakan antara lain photodiode, inframerah, RF YS-1-20 UB, dan ATmega328. Hasil pada penelitian ini berupa informasi jumlah tetesan permenit yang akan ditampilkan secara *realtime*^[13].
2. Syahrul (2009) dari Jurusan Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia. Pada tugas akhirnya yang berjudul “*Sistem Pemantauan Infus Pasien Terpusat*”, penulis membuat penelitian ini dengan latar belakang bahwa cairan infus yang habis harus segera diganti dengan yang baru, dan perawat seringkali tidak mengetahui kondisi ini. Untuk penghematan waktu, penulis ingin membangun sistem instrumentasi yang memantau keadaan cairan infus dan tetesan permenit serta adanya rembesan darah pada selang infus. *Hardware* yang digunakan adalah infrared, RS484,

ATM9C51. Hasil pada penelitian ini menampilkan kondisi masing masing pasien berdasarkan status isi botol, status tetesan, adanya pendarahan atau tidak, dan jumlah tetesan permenit^[19].

3. Rizki Binta Putri (2014) dari Jurusan Sistem Komputer Universitas Andalas. Pada tugas akhirnya yang berjudul “*Pengendalian dan Pemantauan Katup Infus Secara Wireless menggunakan Metode Proportional Integral Derivative (PID)*”, penulis membuat penelitian ini dengan latar belakang pada sistem pengendalian dan pemantauan jumlah tetesan cairan infus masih dilakukan secara manual. Pengendalian secara manual ini dapat menimbulkan masalah, seperti jumlah tetesan yang seharusnya diberikan tidak sesuai dengan pengaturan yang dilakukan, infus macet atau cairan infus habis. Maka penulis membuat sebuah alat kontrol cairan infus menggunakan metode *Proportional Integral Derivative (PID)*. *Hardware* yang digunakan adalah infrared, motor servo, XBee S1, AC-DC adaptor dan Arduino Uno. Hasil dari penelitian ini malakukan perhitungan dan kontrol tetesan cairan infus yang ditampilkan pada komputer^[6].

4. Akhmad Zainuri (2009) dari Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Pada tugas akhirnya yang berjudul “*Monitoring dan Identifikasi Gangguan Infus menggunakan Mikrokontroler AVR* ”, penulis membuat penelitian ini dengan latar belakang bahwa keterbatasan kinerja perawat akan berdampak pada pasien karena asupan cairan yang diberikan bermasalah. Untuk itu penulis merancang alat

untuk mendeteksi kondisi infus meliputi volume cairan infus, gangguan penyumbatan dan laju aliran infus. *Hardware* yang digunakan diantaranya strain gauge, RPS, mikrokontroler, dan modul Tx-Rx. Hasil dari penelitian ini menampilkan kondisi infus secara realtime^[24].

Dari penelitian yang telah dibuat sebelumnya, maka penulis ingin melanjutkan penelitian ini dengan merancang sistem untuk pemantauan sisa cairan infus pasien dan mengendalikan aliran infus pada selang infus apabila telah sampai pada batas minimum. Sistem ini akan menjaga pasien dari kehabisan cairan dan meminimalkan dampak dari kehabisan cairan infus tersebut.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

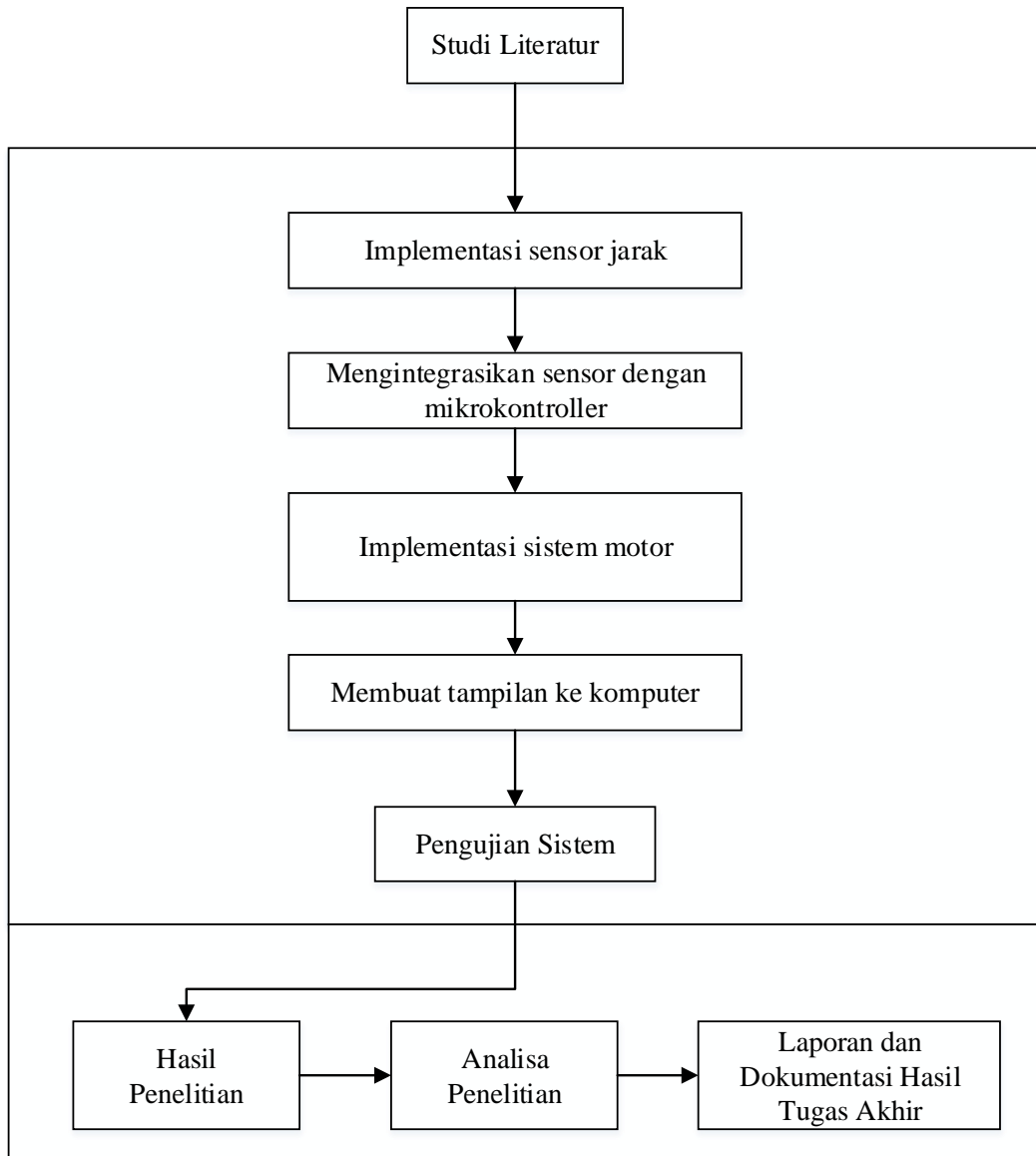
3.1. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental yaitu kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan/tindakan/*treatment* terhadap tingkah laku atau menguji hipotesis tentang ada-tidaknya pengaruh tindakan terhadap subjek penelitian.



3.2. Tahapan Penelitian

Gambar 3.1 adalah tahapan penelitian.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

Penjelasan :

1. Studi Literatur

Studi literatur dan kepustakaan dilakukan untuk mempelajari teori yang berhubungan perancangan sistem pemantauan sisa cairan infus menggunakan jaringan nirkabel, meliputi :

- a. Mempelajari sistem pemantauan infus pasien.
- b. Cara kerja sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian sisa cairan infus pasien.
- c. Cara kerja motor untuk menghentikan aliran infus pada selang infus.
- d. Sistem komunikasi data melalui jaringan nirkabel.

2. Implementasi sensor jarak

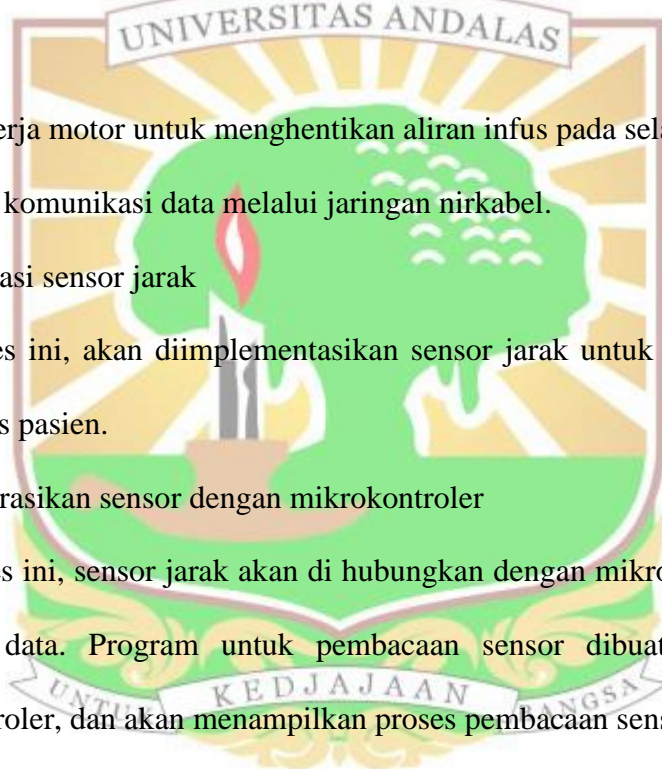
Pada proses ini, akan diimplementasikan sensor jarak untuk mendeteksi sisa cairan infus pasien.

3. Mengintegrasikan sensor dengan mikrokontroler

Pada proses ini, sensor jarak akan di hubungkan dengan mikrokontroler untuk membaca data. Program untuk pembacaan sensor dibuat pada aplikasi mikrokontroler, dan akan menampilkan proses pembacaan sensor jarak.

4. Implementasi sistem motor

Pada proses ini, di implementasikan sistem motor untuk berputar menghentikan aliran infus pada selang infus. Katup akan dikontrol oleh motor dari data pembacaan sensor jarak.



5. Membuat tampilan ke komputer

Pada proses ini, data yang di kirim dari mikrokontroler ke komputer akan ditampilkan pada program aplikasi yang dibuat. Aplikasi ini menampilkan kondisi pasien dan juga menampilkan peringatan ketika cairan infus berkurang.

6. Pengujian Sistem

Pada proses ini, dilakukan pengujian sistem pemantauan sisa cairan infus apakah sudah sesuai dengan rumusan masalah.

7. Hasil penelitian

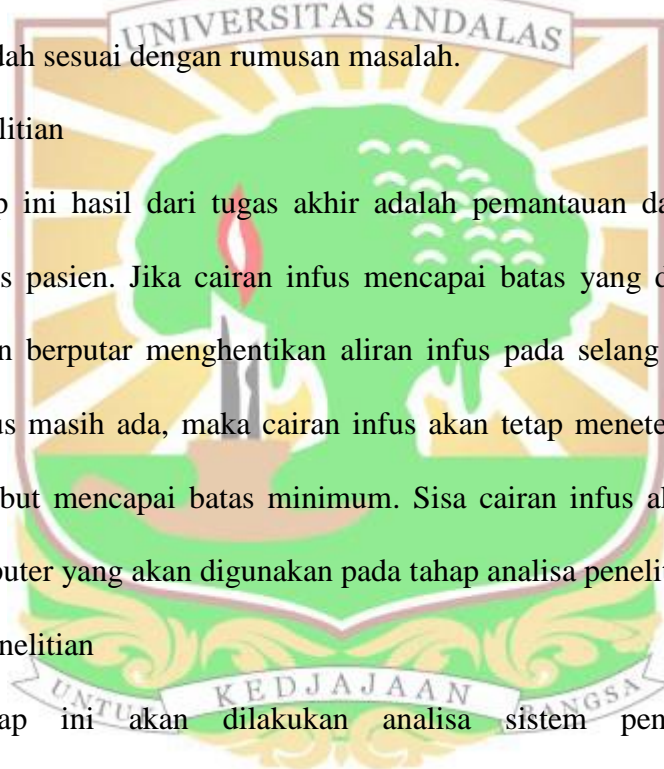
Pada tahap ini hasil dari tugas akhir adalah pemantauan dan pengendalian aliran infus pasien. Jika cairan infus mencapai batas yang ditentukan maka motor akan berputar menghentikan aliran infus pada selang infus. Dan jika cairan infus masih ada, maka cairan infus akan tetap menetes sampai cairan infus tersebut mencapai batas minimum. Sisa cairan infus akan ditampilkan pada komputer yang akan digunakan pada tahap analisa penelitian.

8. Analisa penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan analisa sistem penelitian dengan membandingkan teori-teori yang ada dan hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil dari kinerja sistem.

9. Dokumentasi hasil tugas akhir

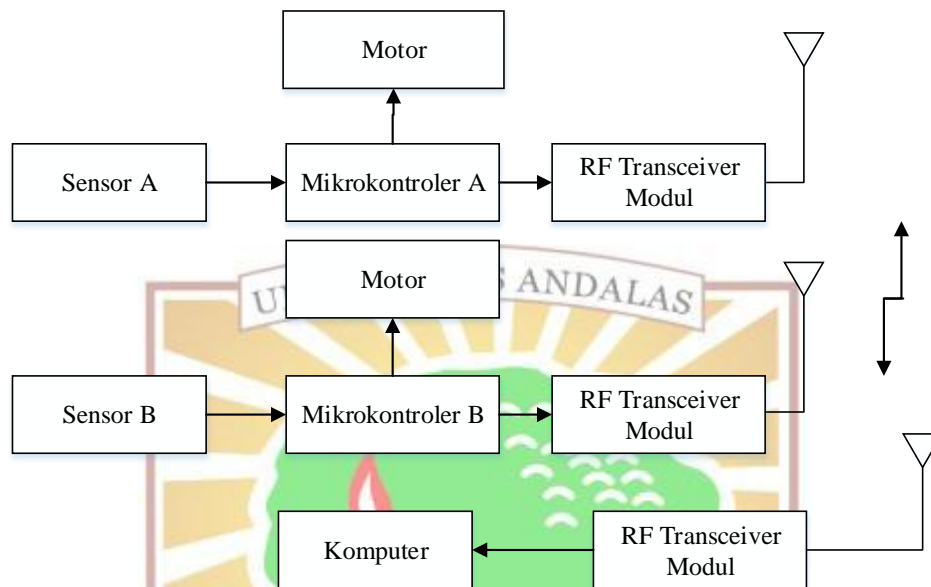
Penyusunan laporan dilakukan untuk memberikan penjelasan berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan dan juga sebagai dokumentasi dari penelitian.



3.3. Perancangan Sistem

3.3.1. Blok Diagram Sistem

Gambar 3.2 merupakan blok diagram sistem.



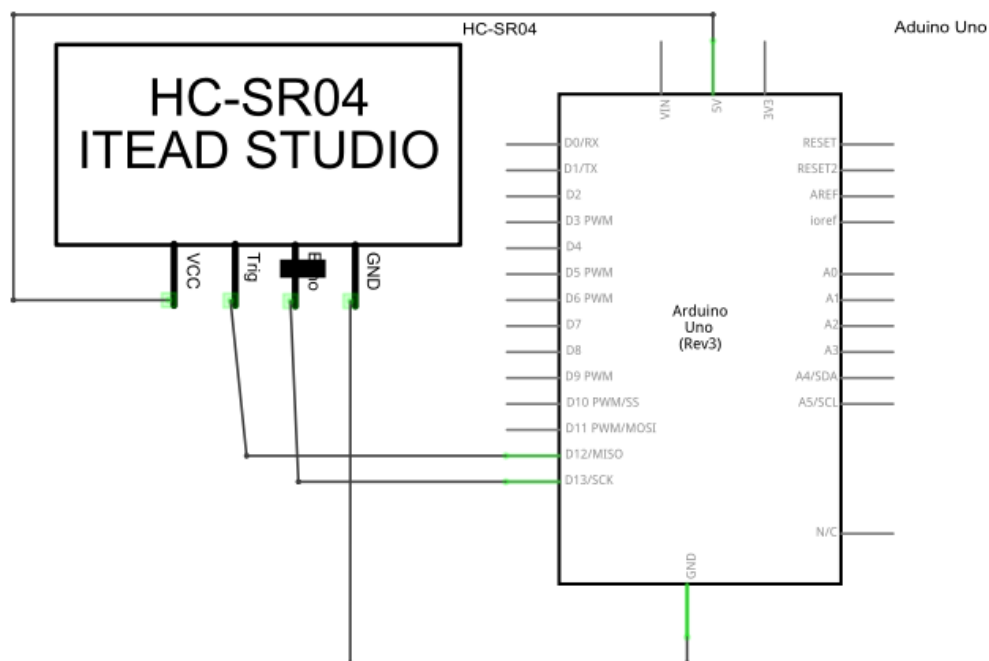
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Sistem

Berdasarkan Gambar blok diagram 3.2 dapat dilihat bahwa *input* berupa sisa cairan infus masing-masing pasien yang dideteksi oleh sensor, *input* sisa cairan infus masing-masing pasien akan di proses pada masing-masing mikrokontroler sehingga akan diperoleh sisa cairan infus pada masing-masing pasien yang kemudian digunakan untuk menghentikan aliran infus pada selang infus. Sisa cairan infus masing-masing pasien dikirim melalui RF *Transceiver* Modul masing-masing Xbee dan akan ditampilkan pada komputer.

3.3.2. Skema Rangkaian

3.3.2.1 Sensor Ultrasonik

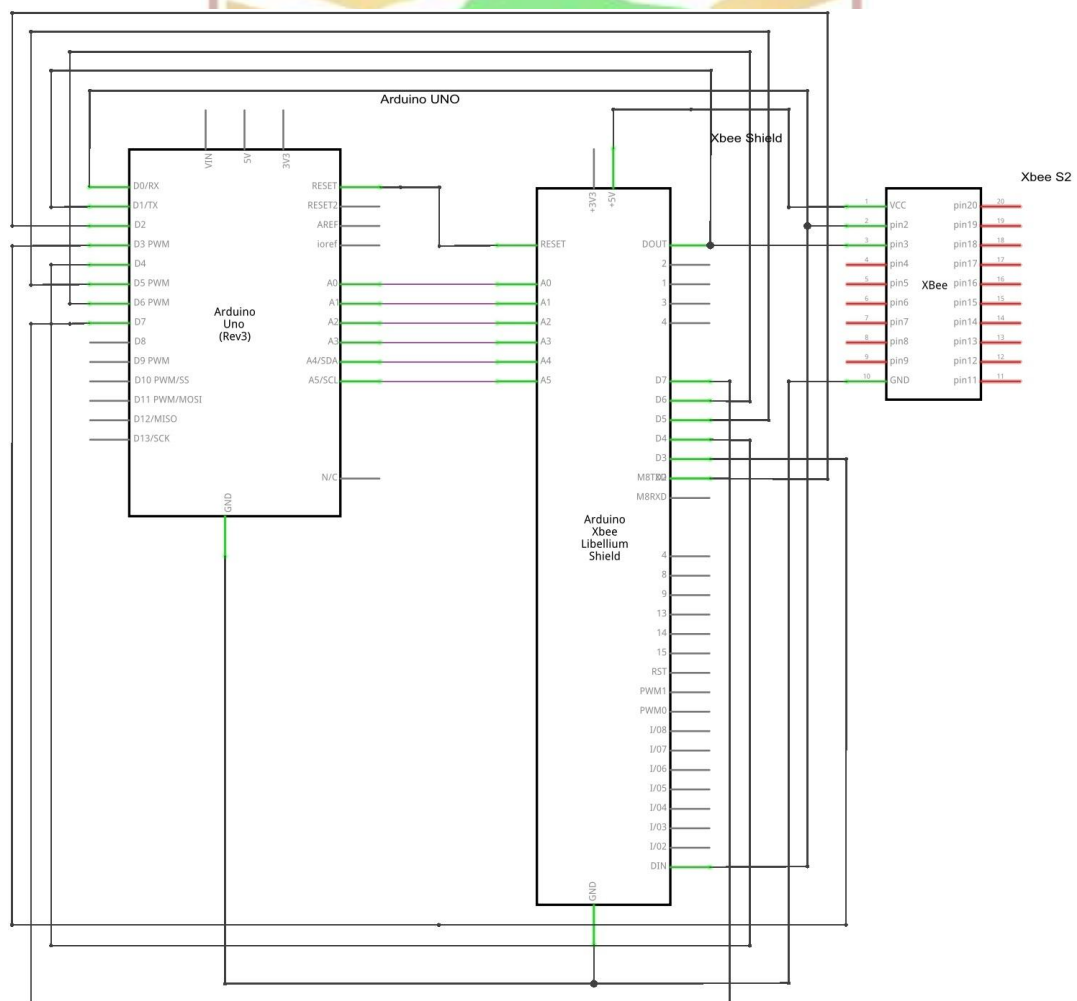
Sensor Ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengetahui ketinggian cairan pada botol infus. Sensor ini mempunyai 4 pin yaitu *vcc*, *trigger*, *echo* dan *ground*. Pin *trigger* memancarkan gelombang ultrasonik dan pin *echo* akan menerima gelombang tersebut. Pin *trigger* terhubung dengan pin 12, pin *echo* terhubung pada pin 13, pin VCC terhubung dengan tegangan 5 V dan pin GND terhubung pada pin GND pada arduino. Jarak antara sensor ke objek dapat diketahui dengan menghitung jeda waktu pengiriman sinyal dari *trigger* ke *echo*. Gambar 3.3 merupakan skema rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04.



Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Sensor Ultrasonik HC-SR04

3.3.2.2 Xbee Shield dan Xbee S2

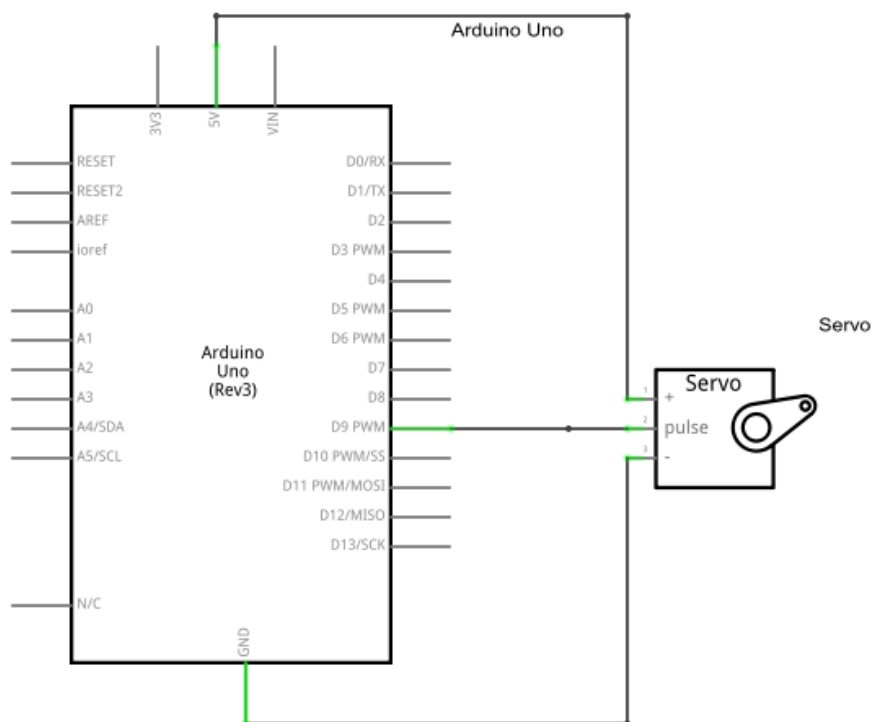
Modul Xbee S2 digunakan sebagai perangkat komunikasi antara ruang perawat dan ruang pasien. Xbee S2 dapat terhubung dengan Arduino Uno menggunakan Xbee Shield sebagai perantara. Modul ini sebagai *transmitter* pada komunikasi jaringan nirkabel. Xbee S2 mengirimkan data yang diperoleh dari sensor dan diproses oleh Arduino Uno untuk dikirimkan ke Xbee S2 pada *UARTSbee* Adapter yang terhubung ke komputer. Gambar 3.4 merupakan skema rangkaian Xbee Shield dan Xbee S2.



Gambar 3. 4 Skema Rangkaian Xbee Shield dan Xbee S2

3.3.2.3 Rangkaian Motor servo

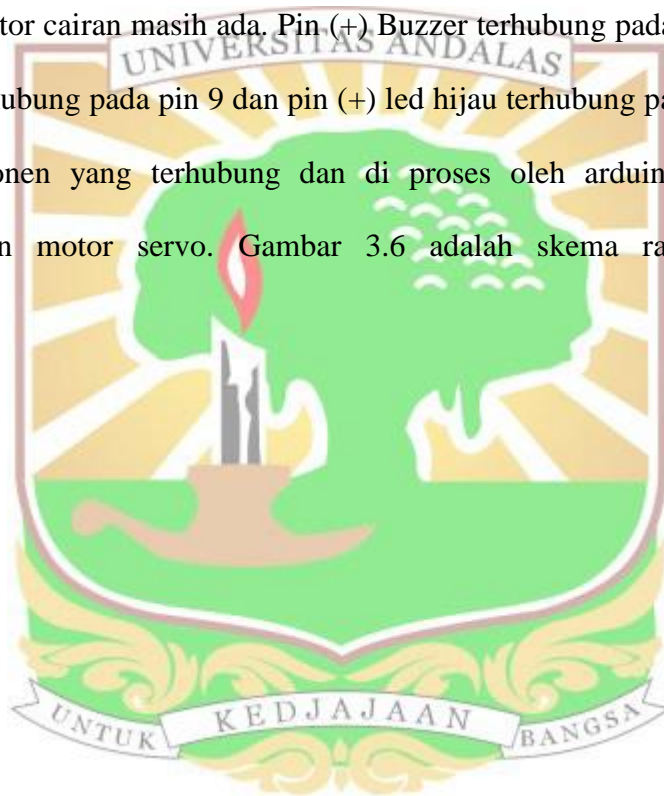
Motor servo digunakan sebagai penggerak mekanik untuk mengunci aliran infus pada selang infus. Motor servo terhubung langsung pada arduino dengan mengatur sudut putaran dalam waktu yang ditentukan. Masing-masing motor servo di proses pada masing-masing arduino untuk dua buah *client*. Motor servo memiliki 3 pin, yaitu pin VCC yang terhubung dengan tegangan 5 V, pin GND yang terhubung dengan pin GND dan pin signal(pulse) yang pada pin 9 pada arduino. Gambar 3.5 adalah skema rangkaian motor servo.

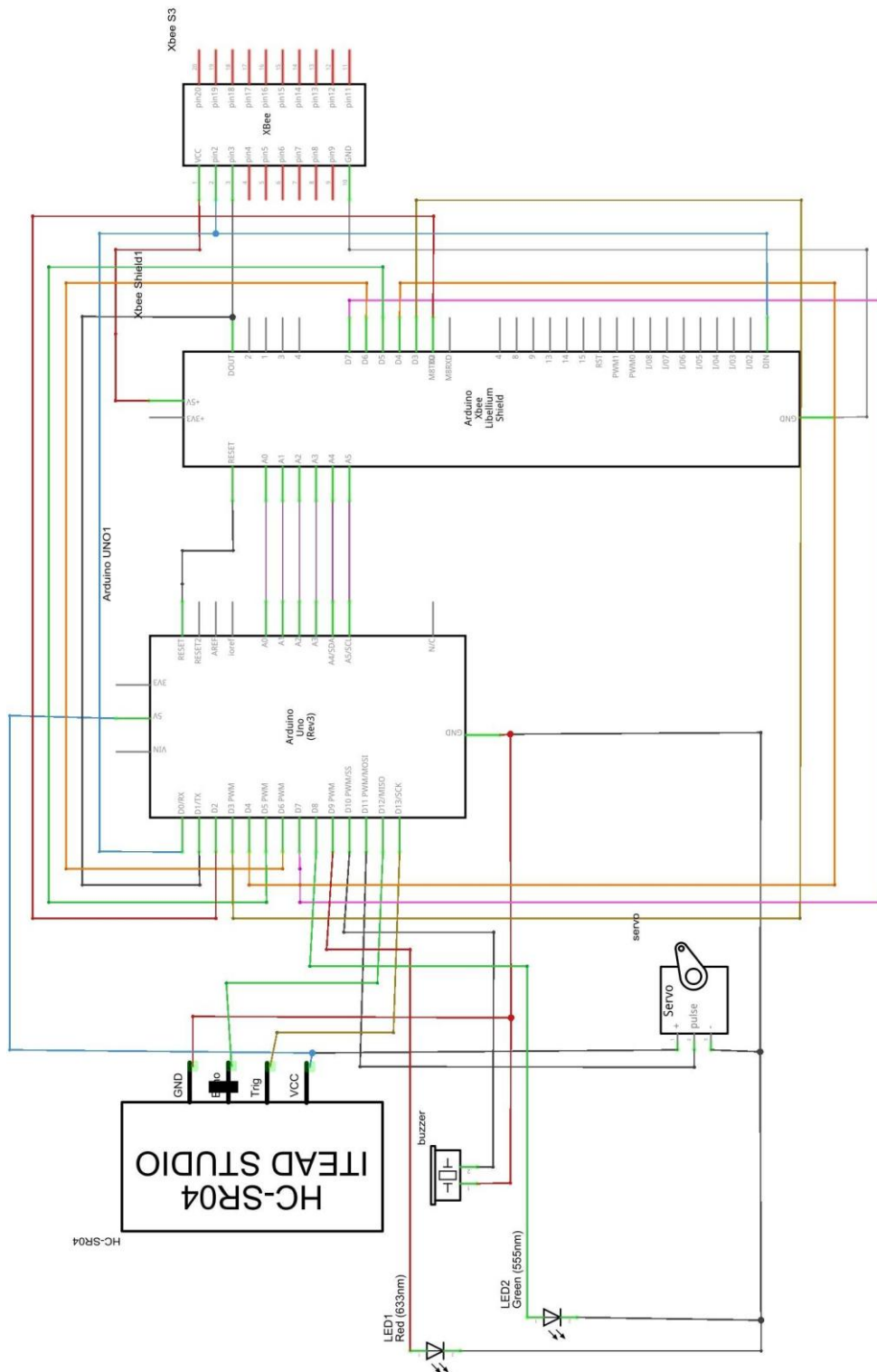


Gambar 3. 5 Skema Rangkaian Motor Servo

3.3.2.4 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian keseluruhan adalah gabungan rangkaian sensor, motor servo dan rangkaian xbee S2. Secara umum komponen yang terhubung dan di proses oleh arduino adalah xbee, ultrasonik, motor servo, buzzer, led merah dan led hijau. Buzzer digunakan sebagai penanda apabila cairan infus telah sampai pada batas yang telah ditentukan, led merah sebagai indikator cairan habis dan led hijau sebagai indikator cairan masih ada. Pin (+) Buzzer terhubung pada pin 10, pin (+) led merah terhubung pada pin 9 dan pin (+) led hijau terhubung pada pin 8. Secara umum komponen yang terhubung dan di proses oleh arduino adalah xbee, ultrasonik dan motor servo. Gambar 3.6 adalah skema rangkaian secara keseluruhan.





Gambar 3. 6 Skema Rangkaian secara Keseluruhan

3.3.3. Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* pada sistem pemantauan dan pengendalian aliran infus ini, menggunakan arduino uno, Xbee S2, Xbee *Shield*, UARTSbee Adapter, ultrasonik HC-SR04, motor *servo*. Dua *client* saling terhubung pada *server* yang sama yaitu UARTSbee xbee yang terpasang pada komputer.

3.3.3.1 Arduino Uno dan Xbee Shield

Gambar 3.7 adalah bagian pengirim oleh Arduino Uno dan Xbee S2 yang dihubungkan oleh Xbee shield.



Gambar 3. 7 Arduino Uno dan Xbee Shield

3.3.3.2 Xbee S2 dan UARTSbee Adapter

UARTSbee Adapter digunakan sebagai perangkat komunikasi serial Xbee S2 dengan komputer. UARTSbee Adapter sebagai *receiver* pada komunikasi jaringan nirkabel. Modul ini terhubung dengan komputer menggunakan USB. Gambar 3.8 adalah bagian penerima oleh Xbee S2 pada UARTSbee adapter yang terhubung pada komputer.



Gambar 3. 8 Xbee S2 dan UARTSbee Adapter

3.3.3.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

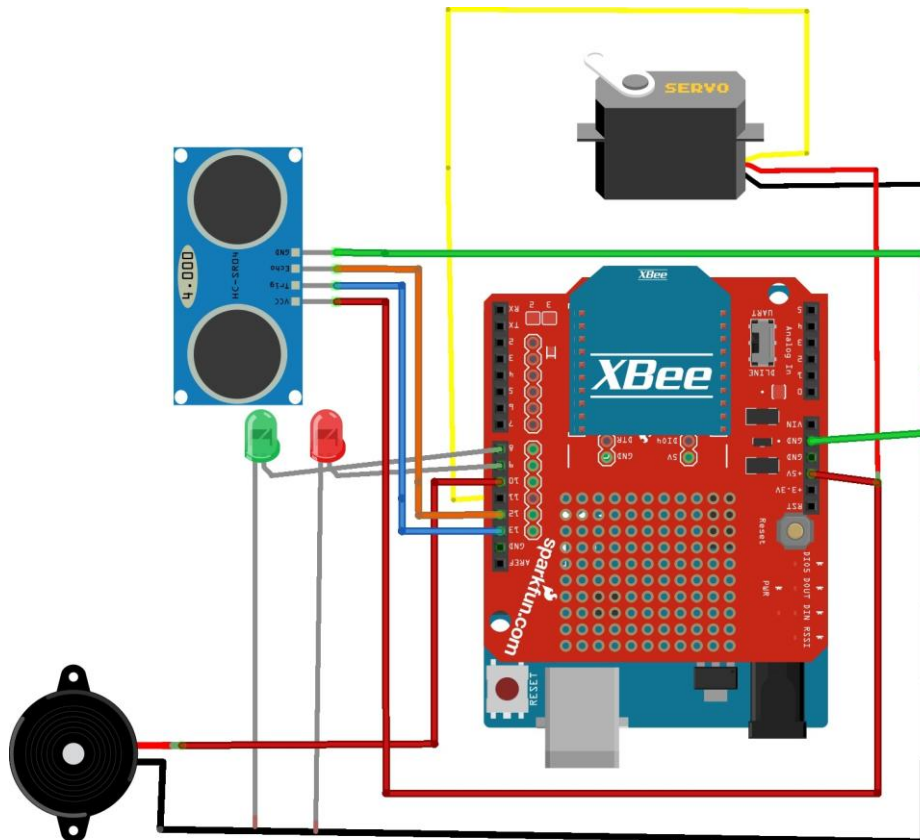
Gambar 3.9 merupakan bagian input oleh sensor ultrasonic HC-SR04. Pin pada Ultrasonik terdiri dari, pin vcc, pin ground, pin trigger, dan pin echo yang terhubung dengan mikrokontroler.



Gambar 3. 9 Sensor Ultrasonik HC-SR04

3.3.3.4 Gambaran Keseluruhan *Hardware*

Gambar 3.10 adalah perancangan *hardware* yang dihubungkan dengan arduino.



Gambar 3. 10 Gambaran *Hardware* secara Keseluruhan pada Arduino

3.3.4. Gambaran Mekanik Sistem

Gambar 3.11 adalah gambaran secara keseluruhan dari sistem pemantauan sisa cairan infus dan pengendalian aliran infus. Sistem ini dibuat menggunakan kayu dengan ukuran 100 cm x 50 cm sebagai tiang gantungan infus. Sistem terdiri dari Ultrasonik HC-SR04, Arduino Uno, Xbee Series 2, Xbee Shield, *UARTsbee* Xbee, dan motor servo.



Gambar 3. 11 Gambaran Mekanik secara Keseluruhan

3.3.5. Perancangan Software

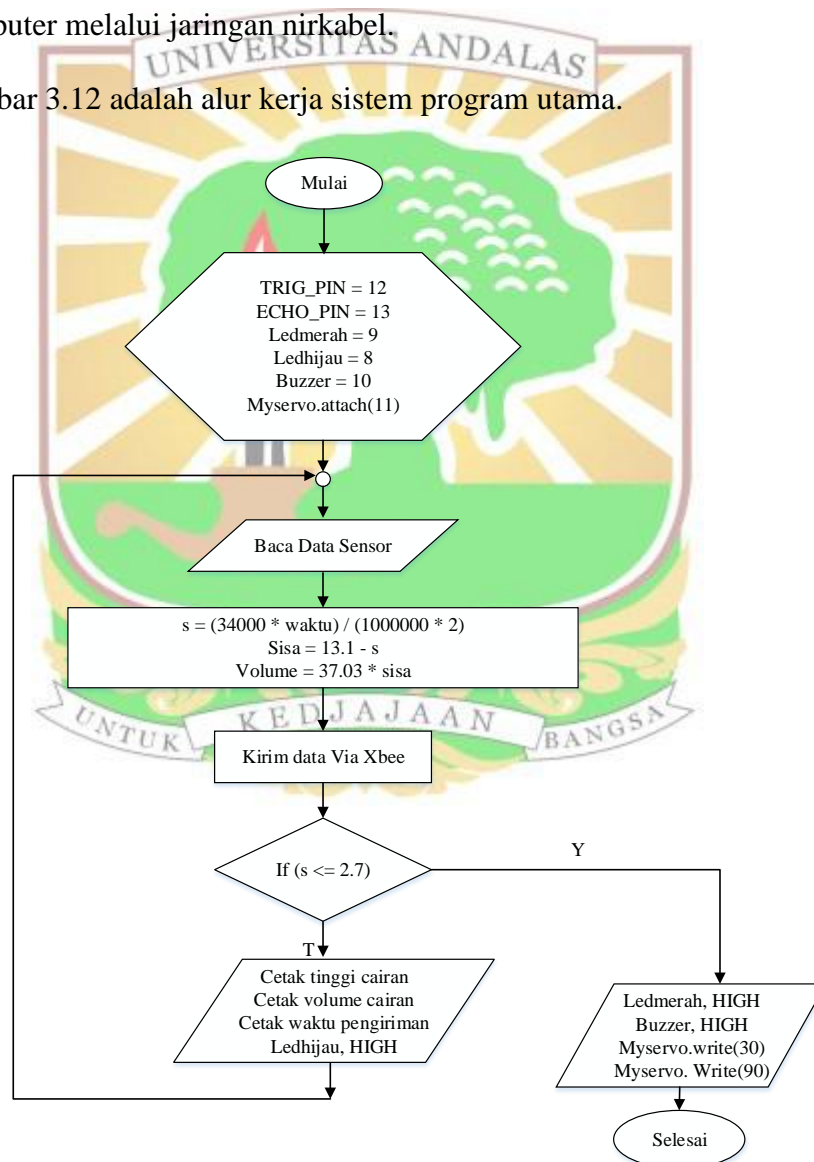
3.3.5.1 Algoritma Sistem

Algoritma sistem pada tugas akhir ini terdiri dari 2 bagian yaitu

1. Program utama

Merupakan program yang terdapat pada mikrokontroler untuk memproses data yang di dapatkan dari sensor yang selanjutnya akan dikirimkan ke komputer melalui jaringan nirkabel.

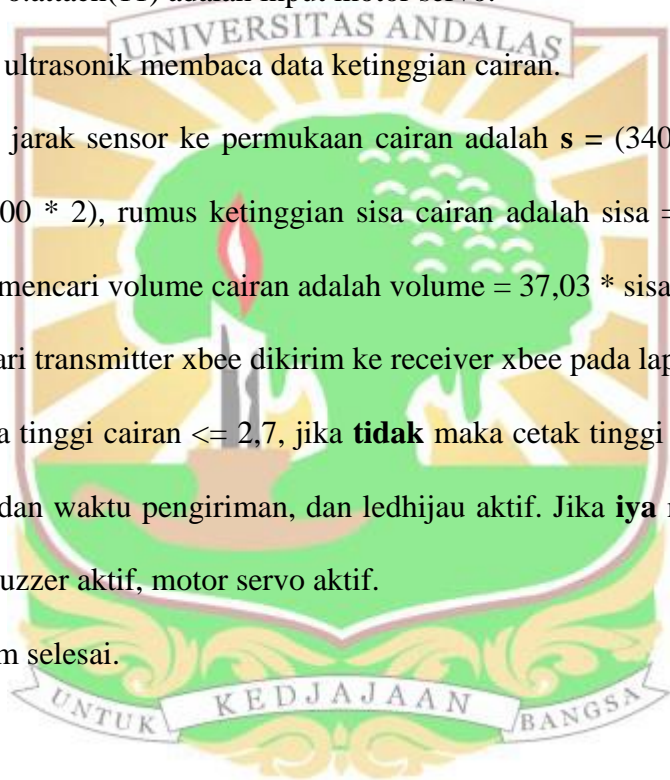
Gambar 3.12 adalah alur kerja sistem program utama.



Gambar 3. 12 Flowchart Sistem pada Program Utama

Penjelasan :

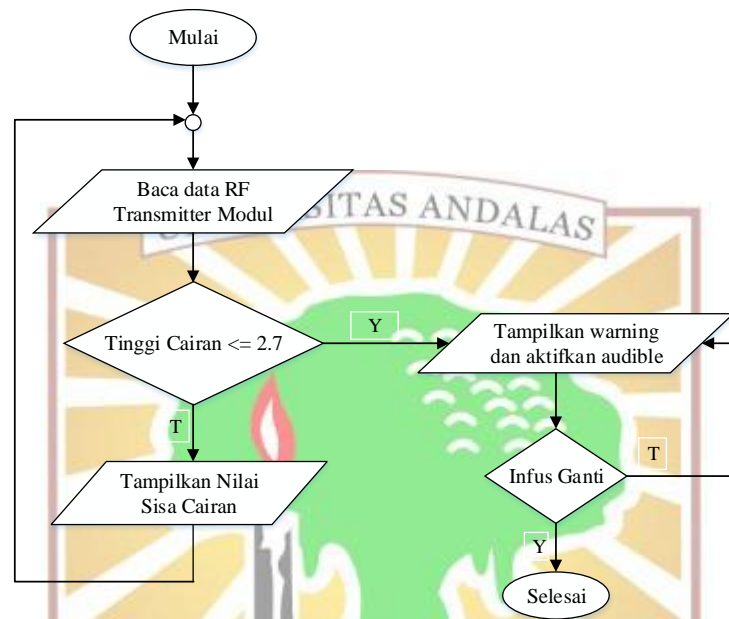
1. Memulai program.
2. Deklarsi variable TRIG_PIN = 12 adalah pin input, ECHO_PIN = 13 adalah pin output, Ledmerah = 9 adalah led penanda cairan sampai pada batas bawah, Ledhijau = 8 adalah led penanda cairan masih ada, buzzer = 10 adalah alarm untuk penanda sampai pada batas bawah, Myservo.attach(11) adalah input motor servo.
3. Sensor ultrasonik membaca data ketinggian cairan.
4. Rumus jarak sensor ke permukaan cairan adalah $s = (34000 * \text{waktu}) / (1000000 * 2)$, rumus ketinggian sisa cairan adalah $\text{sisa} = 13,1 - s$, dan rumus mencari volume cairan adalah $\text{volume} = 37,03 * \text{sisa}$.
5. Data dari transmitter xbee dikirim ke receiver xbee pada laptop.
6. Apabila tinggi cairan $\leq 2,7$, jika **tidak** maka cetak tinggi cairan, volume cairan dan waktu pengiriman, dan ledhijau aktif. Jika **iya** maka ledmerah aktif, buzzer aktif, motor servo aktif.
7. Program selesai.



2. Program pada komputer

Merupakan program yang akan menampilkan sisa cairan infus pasien dan akan menampilkan tanda peringatan cairan infus habis.

Gambar 3.13 adalah alur kerja sistem program pada komputer.



Gambar 3. 13 Flowchart Sistem pada Program Aplikasi

Penjelasan :

1. Memulai program.
2. Data dari xbee transmitter diterima pada xbee receiver.
3. Jika tinggi cairan sama dengan 2,7 maka peringatan dan alarm akan aktif.
Jika tidak maka *interface* hanya menampilkan sisa cairan saat ini.
4. Jika alarm aktif, maka infus harus diganti, jika tidak maka alarm akan tetap berbunyi.
5. Program selesai.

3.3.5.2 Konfigurasi Xbee pada X-CTU

Untuk mengkomunikasikan Xbee *Router/End Device* dan Xbee *Coordinator*, maka masing masing xbee harus di konfigurasi sebagai berikut :

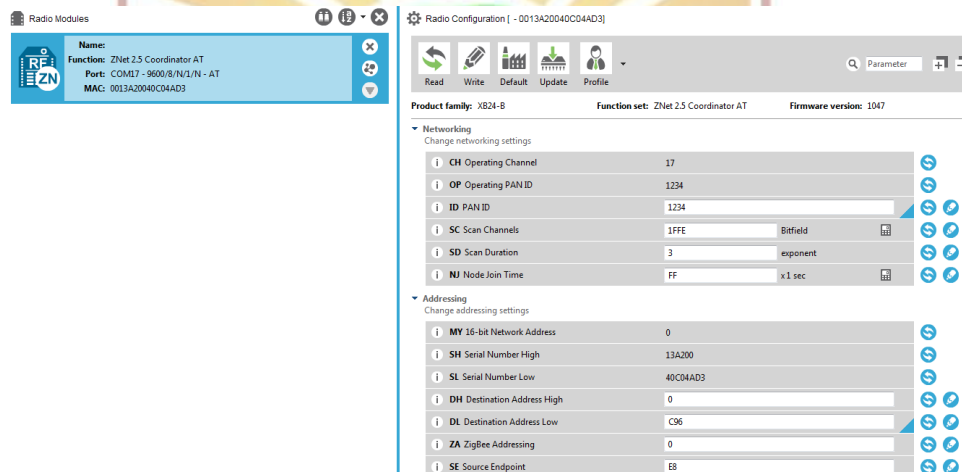
$$MY_{Xbee\ coor} = DL_{Xbee\ End\ Device\ 1} = DL_{Xbee\ End\ Device\ 2}$$

$$DL_{Xbee\ coor} = MY_{Xbee\ End\ Device\ 1} = MY_{Xbee\ End\ Device\ 2}$$

$$PAN\ ID_{Xbee\ coor} = PAN\ ID_{Xbee\ End\ Device\ 1} = PAN\ ID_{Xbee\ End\ Device\ 2}$$

Dibawah ini adalah gambaran konfigurasi pada masing-masing xbee:

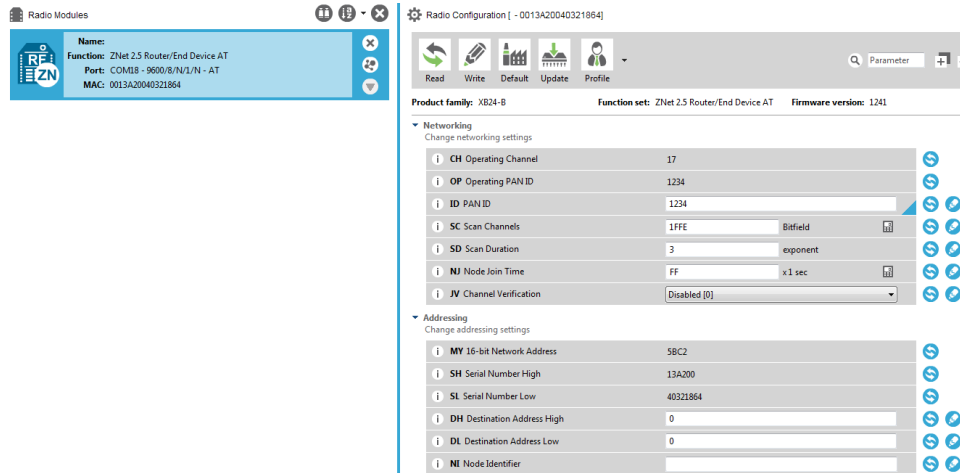
Gambar 3.14 adalah konfigurasi pada xbee *Coordinator*.



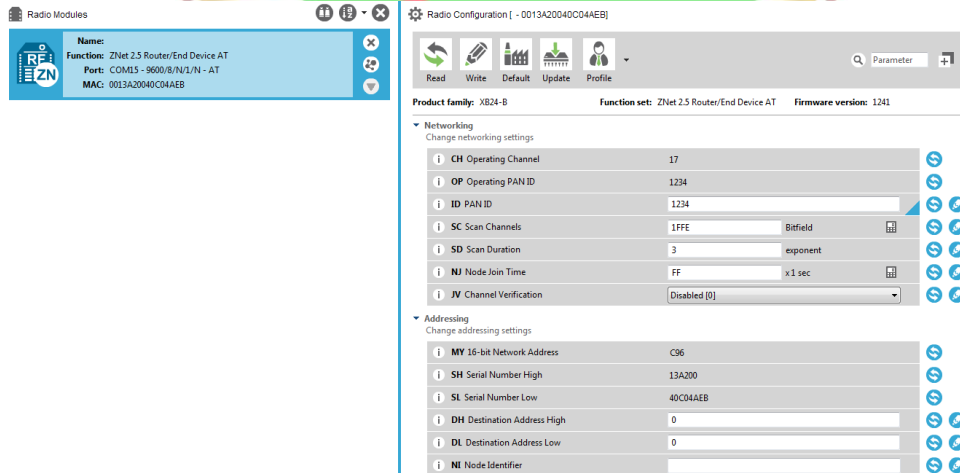
Gambar 3. 14 Konfigurasi Xbee Coodinator AT



Gambar 3.15 adalah konfigurasi pada Xbee Router/End Device 1. Dan Gambar 3.16 adalah konfigurasi pada Xbee Router/End Device 2.



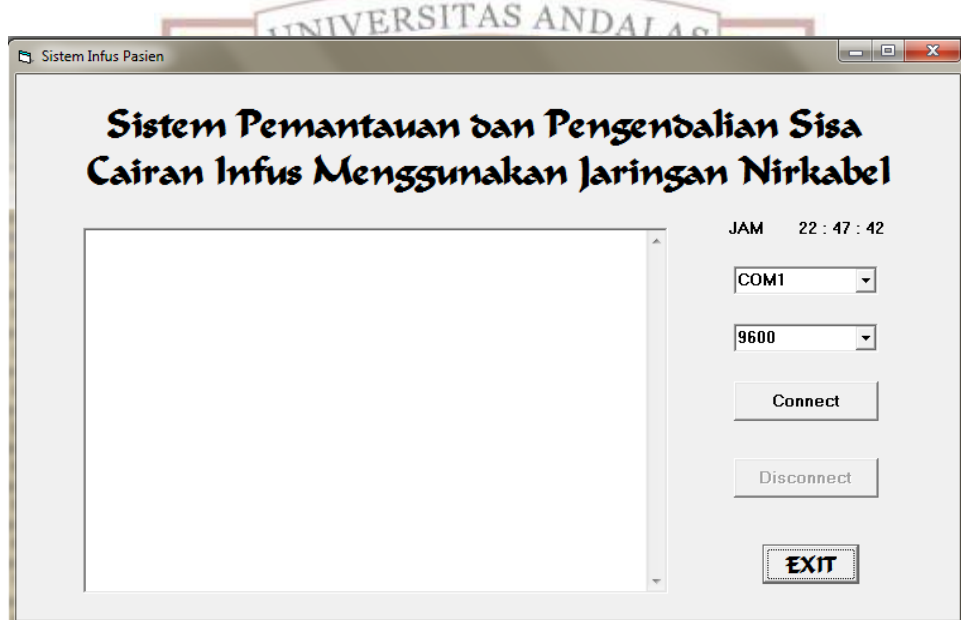
Gambar 3. 15 Konfigurasi Xbee Router/End Device 1



Gambar 3. 16 Konfigurasi Xbee Router/End Device 2

3.3.5.3 Interface Sistem pada Monitoring Room

Visual Basic 6.0 adalah untuk membuat *interface* dari sistem ini. Data yang di proses pada arduino akan dikirim melalui komunikasi serial pada komputer yang akan ditampilkan pada visual basic. Data yang akan ditampilkan pada *interface* sistem berupa data tinggi cairan infus masing-masing pasien, sisa cairan infus, serta menampilkan peringatan apabila ada cairan infus yang akan habis. Gambar 3.17 merupakan gambaran *interface* dari sistem.



Gambar 3. 17 *Interface* Sistem pada *Monitoring Room*

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1. Alat Penelitian

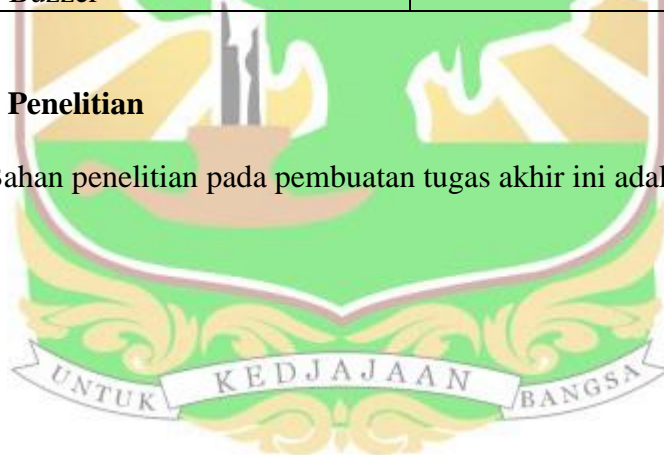
Alat yang akan digunakan dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Perangkat Keras dan Perangkat Lunak yang Digunakan

Perangkat Keras	Perangkat Lunak
Komputer/ PC	Arduino IDE
Sensor Ultrasonik HC-SR04	Visual Basic 6.0
Arduino Uno	X-CTU
XBee Series 2	OS Windows 7
Arduino Xbee Shield	
UARTSbee Xbee Adapter	
Motor Servo	
<i>Power Supply</i>	
Led	
Buzzer	

3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian pada pembuatan tugas akhir ini adalah cairan infus.



BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1. Implementasi Sistem

Sistem pemantauan sisa cairan infus dan pengendalian aliran infus dibuat untuk membantu pekerjaan rumah sakit dan perawat dalam merawat inap pasien.

Gambar 4.1 adalah gambaran sistem pemantauan dan pengendalian aliran infus.



Gambar 4. 1 Sistem Pemantauan dan Pengendalian Sisa Cairan Infus

Sistem infus pasien ini, dirancang menggunakan sensor ultrasonik untuk menghitung waktu pemantulan sensor dari *transmitter* ke *receiver* didalam tabung sebagai acuan untuk memperoleh sisa cairan. Waktu yang diperoleh akan dikonversi menjadi jarak antara sensor dengan permukaan cairan infus. Sistem ini menggunakan arduino uno untuk proses pengolahan *input* yang berasal dari

ultrasonik, serta untuk mengontrol motor servo untuk menghentikan aliran infus pada selang infus.

Cara kerja dari sistem ini adalah dengan mendeteksi waktu yang digunakan sensor ultrasonik untuk memancarkan gelombang dari *transmitter* yang kemudian diterima oleh *receiver*. Waktu pemancaran sensor tersebut akan di konversi menjadi jarak, dan jarak digunakan sebagai tinggi dari sisa cairan infus. Setelah diperoleh sisa cairan infus, maka mikrokontroler akan memerintahkan motor servo bergerak menghentikan aliran infus sesuai batas yang telah ditentukan. Apabila sisa cairan sama dengan batas yang ditentukan, maka buzzer akan berbunyi, led merah akan hidup, dan motor bergerak menghentikan aliran infus yang menandakan cairan akan habis dan harus segera diganti. Dan sebaliknya, apabila sisa cairan belum mencapai batas yang ditentukan, maka led hijau tetap menyala, buzzer tidak berbunyi dan aliran infus tetap mengalir pada selang infus.

4.2. Pengujian *Hardware*

Pengujian *hardware* berguna untuk mengetahui *hardware* yang digunakan bekerja dengan baik atau tidak. Untuk mengetahuinya, maka perlu dilakukan serangkaian pengujian pada masing-masing *hardware* yang akan digunakan di dalam sistem tersebut.

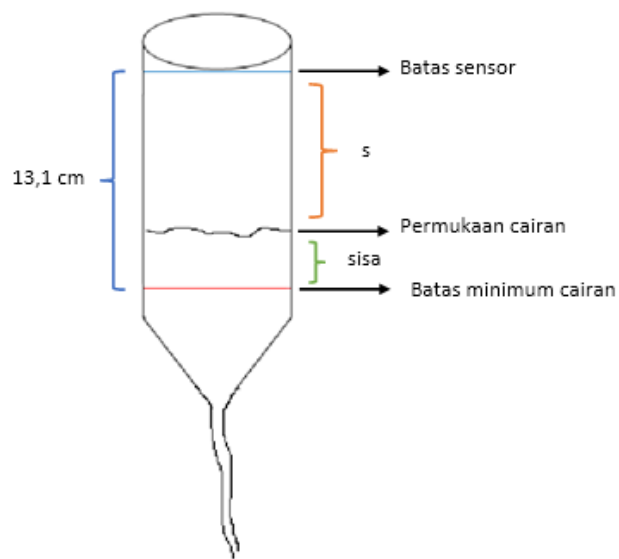
4.2.1. Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi waktu pantul gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah sensor ultrasonik HC-SR04 yang berjumlah 2 buah, yaitu masing-masing satu sensor untuk masing-masing pasien. Dimana dalam penelitian ini menggunakan 2 pasien. Inputan sensor ultrasonik akan di hubungkan ke pin digital pada arduino uno. Proses pengujian dapat dilihat pada skema pengujian Gambar 4.2 :



(a) (b)
Gambar 4. 2 Skema Pengujian Sensor Ultrasonik

1. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan arduino dan ultrasonik dengan komunikasi serial pada komputer. Gelombang akan dipancarkan oleh pin *trigger* dan diterima oleh pin *echo*. Waktu antara pengiriman sampai penerimaan data yang akan dikonversi menjadi tinggi cairan, data di tampilkan pada serial monitor program arduino.
2. Menghitung ketinggian sisa cairan pada tabung infus dilihat pada Gambar 4.3:



Gambar 4. 3 Perhitungan Sisa Cairan Infus

Menghitung sisa cairan menggunakan rumus :

$$s = (34000 * waktu) / (1000000 * 2) \dots\dots\dots(4.1)$$

$$sisa = 13.1 - s \dots\dots\dots(4.2)$$

Keterangan :

s = jarak dari sensor ke permukaan cairan (cm)

waktu = waktu tempuh dua kali lintasan gelombang ultrasonik (μ s)

Sisa = ketinggian sisa cairan infus (cm)

13.1 = jarak sensor ke *set point* (cm)

34000 = kecepatan suara pada (cm/s)

2 = faktor pembagi karena gelombang ultrasonik menempuh dua lintasan

- Menghitung volume air pada tabung infus berdasarkan ketinggian air dengan rumus:

$$volume = 37.03 * sisa \dots\dots\dots(4.3)$$

Keterangan :

Volume = volume sisa cairan infus (mL)

37.03 = jumlah cairan infus dalam satu cm tabung infus (mL)

Dari pengujian tersebut bisa didapatkan nilai *error* dari pengukuran ketinggian air, dengan menggunakan rumus berikut:

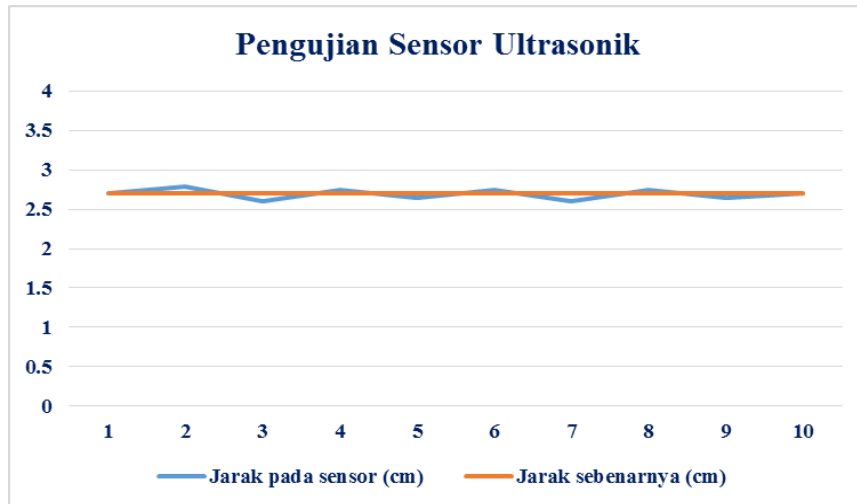
$$Error = \frac{\text{nilai yang diinginkan} - \text{nilai terbaca}}{\text{nilai yang diinginkan}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.4)$$

Pengujian sensor Ultrasonik HC-SR04 dilakukan pengambilan data sebanyak 10 kali. Tabel 4.1 adalah hasil pengujian ketinggian dari sensor ke permukaan cairan infus dan pengukuran secara langsung menggunakan penggaris. Pada pengujian persentasi *error* yang didapatkan dari perbandingan ketinggian cairan yang terukur secara langsung dengan pengukuran menggunakan sensor adalah 1.96 %. Kesalahan dalam pengukuran ketinggian posisi sensor yang kurang baik menyebabkan pembacaan sinyal terganggu.

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Data	Jarak pada sensor (cm)	Jarak sebenarnya (cm)	Error (%)
1	2.7	2.7	0
2	2.79	2.7	3.33
3	2.6	2.7	3.7
4	2.74	2.7	1.48
5	2.64	2.7	2.22
6	2.74	2.7	1.48
7	2.6	2.7	3.7
8	2.74	2.7	1.48
9	2.64	2.7	2.22
10	2.7	2.7	0
Rata-rata error (%)			1.96

Grafik jarak pada sensor dan jarak sebenarnya pada pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 4.4.



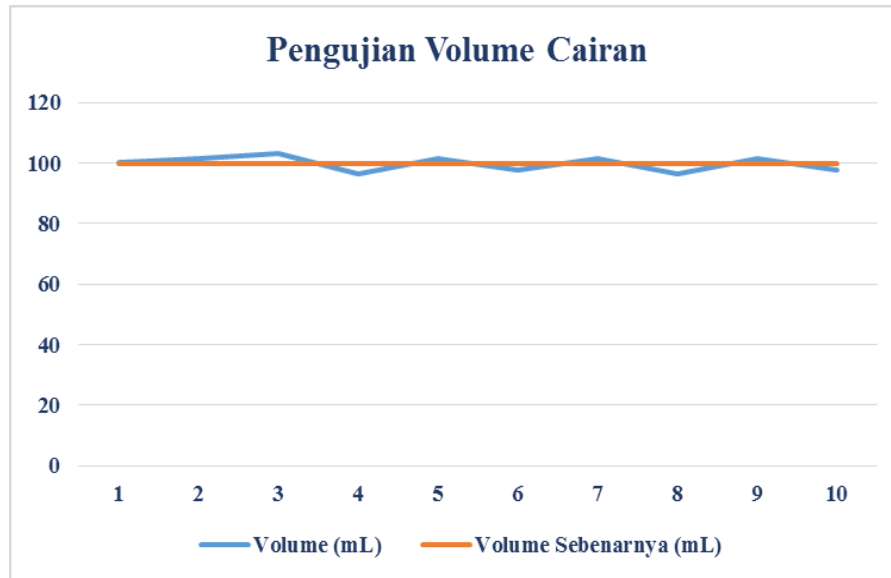
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 4.2 adalah hasil pengujian volume cairan menggunakan sensor dan pengukuran secara langsung. Persentasi *error* volume cairan dengan pengukuran langsung dan menggunakan sensor adalah 2.16 %. Pengambilan data sebanyak 10 kali percobaan. Kesalahan dalam perhitungan volume cairan karena posisi sensor terhadap permukaan air kurang tegak lurus.

Tabel 4. 2 Pengujian Volume Cairan

Data	Volume (mL)	Volume Sebenarnya (mL)	Error (%)
1	100.16	100	0.16
2	101.45	100	1.45
3	103.38	100	3.38
4	96.3	100	3.7
5	101.45	100	1.45
6	97.59	100	2.41
7	101.45	100	1.45
8	96.3	100	3.7
9	101.45	100	1.45
10	97.59	100	2.41
Rata-rata error (%)			2.16

Grafik volume pada sistem dan volume sebenarnya pada pengujian volume cairan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



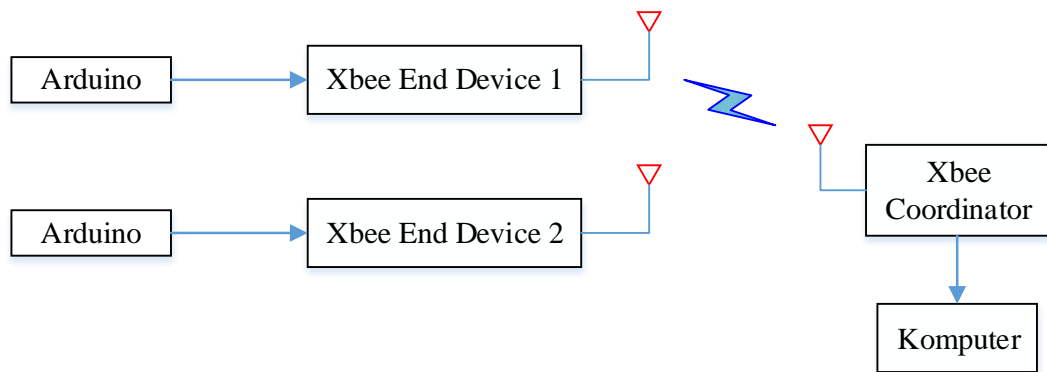
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Volume Cairan

4.2.2. Pengujian Komunikasi Xbee S2

Pada komunikasi Xbee S2 merupakan media komunikasi yang digunakan untuk proses pengiriman dan penerimaan data. Xbee *Coordinator* berfungsi sebagai penerima data dari Xbee *end device*. Xbee *End Device* berfungsi sebagai pengirim data dari masing-masing *node*. Dimana Xbee *end device* 1 dan Xbee *end device* 2 mengirimkan data per bit yang kemudian akan diterima oleh Xbee *coordinator*.

Selanjutnya data dikirimkan dalam bentuk karakter yang akan dikonversi dalam bentuk bilangan ASCII. Untuk melakukan pengujian komunikasi xbee *coordinator* dan *end device* digunakan X-CTU.

Proses pengujian komunikasi xbee dapat dilihat pada skema pengujian Gambar 4.6:



Gambar 4. 6 Skema Pengujian Komunikasi Xbee

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan arduino, ultrasonik dan xbee *end device* yang akan mengirimkan data kepada xbee *coordinator* yang terhubung serial dengan komputer.

Hasil pengujian komunikasi antara xbee *end device* 1 dan xbee *coordinator* dapat dilihat pada tabel 4.3. Data yang dikirim dalam bentuk karakter dari Xbee *end device* 1 dan diterima oleh xbee *coordinator* berupa data dalam bilangan ASCII. Pengambilan data dilakukan pada 10 kali percobaan pengiriman karakter.

Tabel 4. 3 Pengujian Komunikasi Xbee 1 dan Xbee Coordinator

Data	Xbee End Device 1	Xbee Penerima
1	111.112.113	31 31 31 2E 31 31 32 2E 31 31 33 0D
2	114.115.116	31 31 34 2E 31 31 35 2E 31 31 36 0D
3	117.118.119	31 31 37 2E 31 31 38 2E 31 31 39 0D
4	101.002.100	31 30 31 2E 30 30 32 2E 31 30 30 0D
5	102.003.200	31 30 32 2E 30 30 33 2E 32 30 30 0D
6	102.003.200	31 30 32 2E 30 30 33 2E 32 30 30 0D
7	111.112.113	31 31 31 2E 31 31 32 2E 31 31 33 0D
8	111.112.113	31 31 31 2E 31 31 32 2E 31 31 33 0D
9	114.115.116	31 31 34 2E 31 31 35 2E 31 31 36 0D
10	101.002.100	31 30 31 2E 30 30 32 2E 31 30 30 0D

Hasil pengujian komunikasi antara xbee *end device 2* dan xbee *coordinator* dapat dilihat pada tabel 4.4. Data yang dikirim secara acak dari Xbee *end device 2* dan diterima oleh xbee *coordinator* berupa data dalam bilangan ASCII. Pengambilan data dilakukan pada 10 kali percobaan pengiriman karakter.

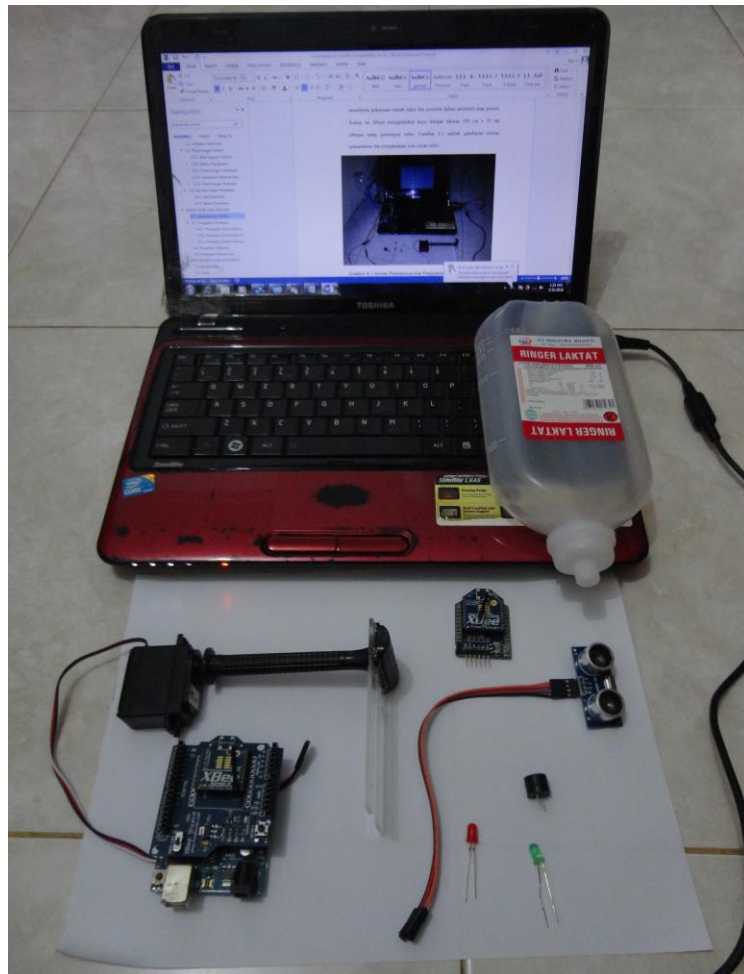
Tabel 4. 4 Pengujian Komunikasi Xbee 2 dan Xbee Coordinator

Data	Xbee End Device 2	Xbee Penerima
1	SISKOM10	53 49 53 4B 4F 4D 31 30 0D
2	1010451011	31 30 31 30 34 35 31 30 31 31 0D
3	Computer	6B 6F 6D 70 75 74 65 72 0D
4	Program	70 72 6F 67 72 61 6D 0D
5	29-09-1992	32 39 2D 30 39 2D 31 39 39 32 0D
6	SK_UNAND	53 4B 5F 55 4E 41 4E 44 0D
7	12345678	31 32 33 34 35 36 37 38 0D
8	1010451011	31 30 31 30 34 35 31 30 31 31 0D
9	1010451011	31 30 31 30 34 35 31 30 31 31 0D
10	Program	70 72 6F 67 72 61 6D 0D

4.2.3. Pengujian Sistem Penutup Katup Infus

Motor servo pada sistem ini digunakan untuk menggerakkan katup infus, apakah terbuka atau tertutup. Kondisi motor akan *on* dan bergerak menutup katup infus agar cairan tidak dapat mengalir pada selang infus. Pengujian pada motor servo ini dilakukan dengan 5 kali percobaan dengan memberikan sudut pada motor, apakah motor akan berputar *on* atau *off*.

Proses pengujian sistem penutup katup infus dapat dilihat pada skema pengujian Gambar 4.7 :



Gambar 4. 7 Skema Pengujian Motor Servo

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan arduino dengan motor servo. Motor servo akan diprogram dengan sudut 30° untuk menghentikan cairan pada selang infus.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.5 :

Tabel 4. 5 Pengujian Gerakan Motor Servo

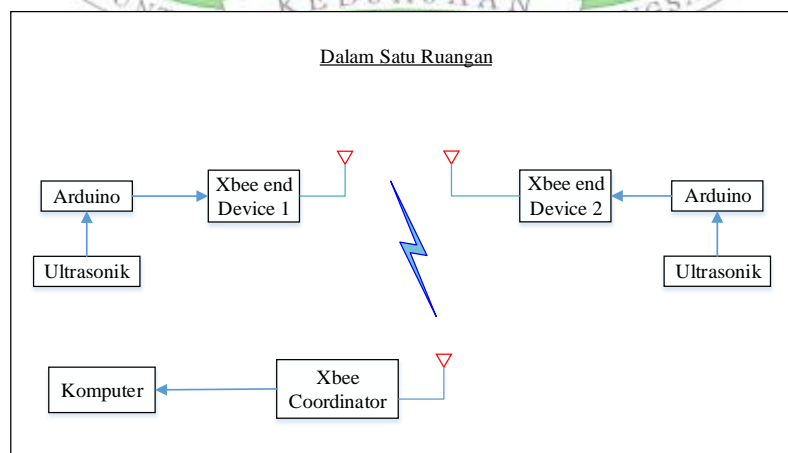
No.	Sudut (°)	Delay	Kondisi Cairan
1	30	10000	Berhenti Menetes
2	30	5000	Menetes
3	30	1000	Menetes
4	30	100	Menetes
5	30	10	Menetes

4.3. Pengujian Software

4.3.1. Pengujian Pengiriman Data pada Ruang yang Sama

Pada arduino dilakukan pemrograman untuk membaca data dari sensor dan diproses untuk mendapatkan *output* berupa keamanan katup infus. Pengujian pada program dilakukan pada program arduino sebagai pemrograman utama dan visual basic sebagai pemrograman *interface*. Pengujian dilakukan pada masing-masing cairan infus. Masing-masing infus memiliki sensor berbeda. Setiap pengujian, diambil 10 data secara acak.

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan arduino, ultrasonik dan xbee *end device* dalam sisi *transmitter* dan komputer yang terhubung dengan komunikasi serial xbee *coordinator* dalam sisi *receiver*. *Transmitter* dan *receiver* berada dalam satu ruangan yang sama dengan jarak 2 m, dengan besar ruangan 4m x 3 m. Data yang didapat oleh sensor ultrasonik akan dikirimkan ke xbee *coordinator* dan di tampilkan pada *interface* komputer. Proses pengujian komunikasi pada ruangan yang sama dapat dilihat pada skema pengujian Gambar 4.8 :



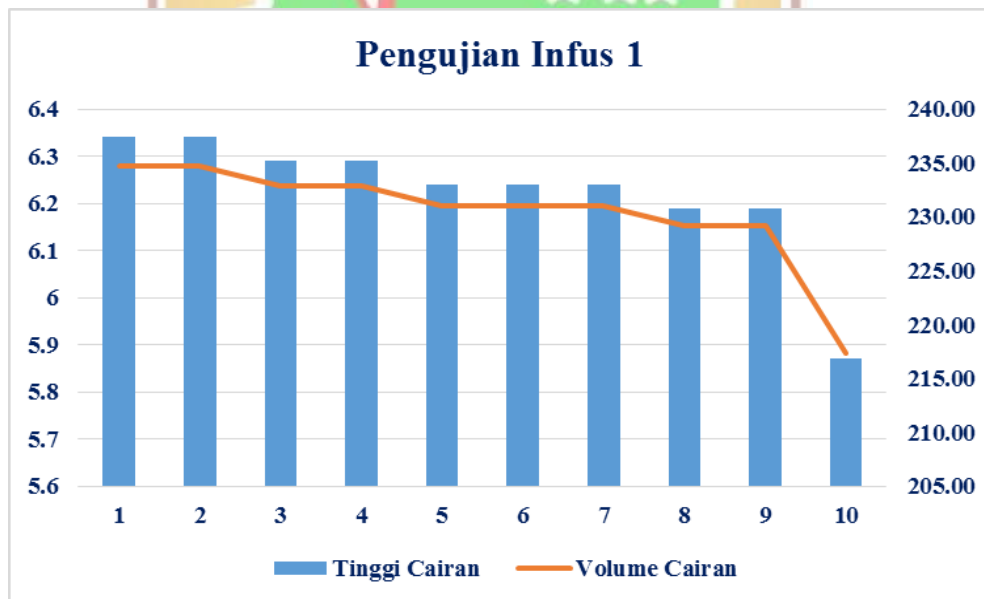
Gambar 4. 8 Skema Pengujian Komunikasi Ruangan Sama

Hasil pengujian pengiriman data pada infus 1 dapat dilihat pada tabel 4.6 :

Tabel 4. 6 Pengujian pada Infus 1

Data	Tinggi (cm)	Volume (mL)
1	6.34	234.77
2	6.34	234.77
3	6.29	232.92
4	6.29	232.92
5	6.24	231.07
6	6.24	231.07
7	6.24	231.07
8	6.19	229.22
9	6.19	229.92
10	5.87	217.37

Grafik tinggi cairan dan volume pada infus 1 dapat dilihat pada Gambar 4.9.



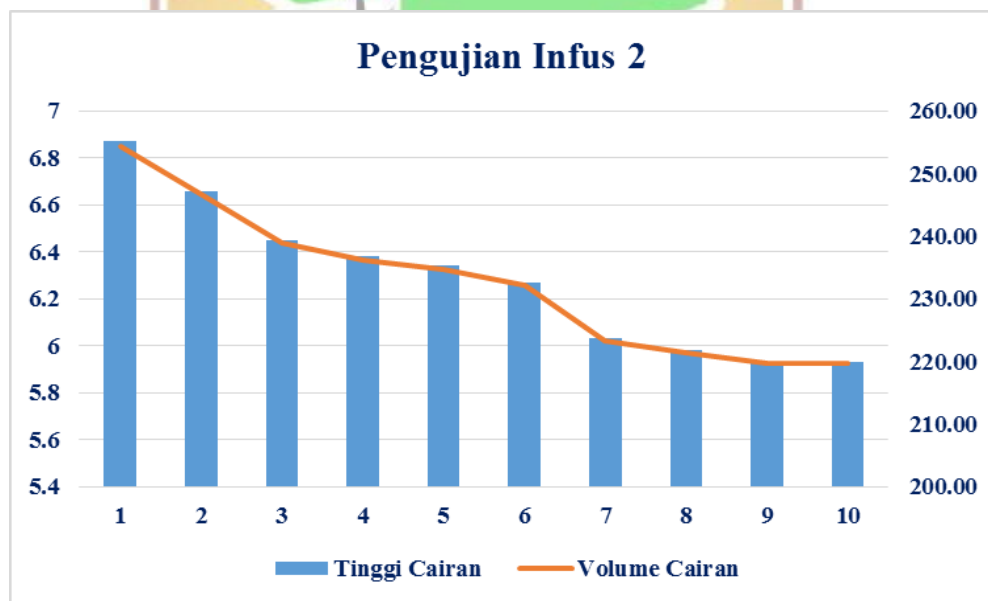
Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Infus 1

Hasil pengujian pengiriman data pada infus 2 dapat dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4. 7 Pengujian pada Infus 2

Data	Tinggi (cm)	Volume (mL)
1	6.87	254.40
2	6.66	246.62
3	6.45	238.84
4	6.38	236.25
5	6.34	234.77
6	6.27	232.77
7	6.03	223.29
8	5.98	221.44
9	5.93	219.59
10	5.93	219.59

Grafik tinggi cairan dan volume pada infus 2 dapat dilihat pada Gambar 4.10.

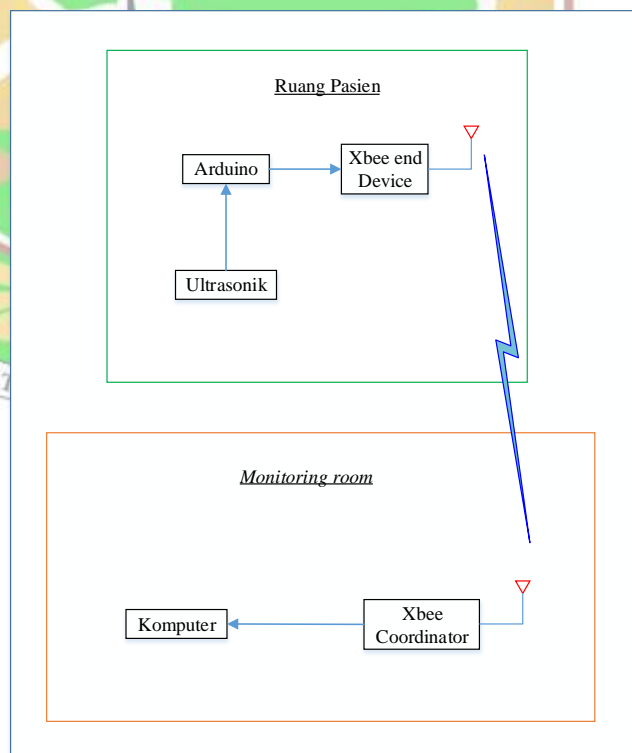


Gambar 4. 10 Grafik Pengujian Infus 2

4.3.2. Pengujian Pengiriman Data pada Ruang Berbeda

Pengujian pada ruang berbeda dilakukan pada jarak 15 meter. Antar ruangan dibatasi oleh dinding tembok. Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan arduino, ultrasonik dan xbee *end device* dalam sisi *transmitter* dan komputer yang terhubung dengan komunikasi serial xbee *coordinator* dalam sisi *receiver*. *Transmitter* dan *receiver* berada pada ruangan yang berbeda atau ada pembatas antara xbee *end device* dan xbee *coordinator*. Data yang didapat oleh sensor ultrasonik aka dikirimkan ke xbee *coordinator* dan di tampilkan pada *interface* komputer.

Proses pengujian pada ruangan berbeda dapat dilihat pada skema pengujian Gambar 4.11 :



Gambar 4. 11 Skema Pengujian Komunikasi Berbeda Ruangan

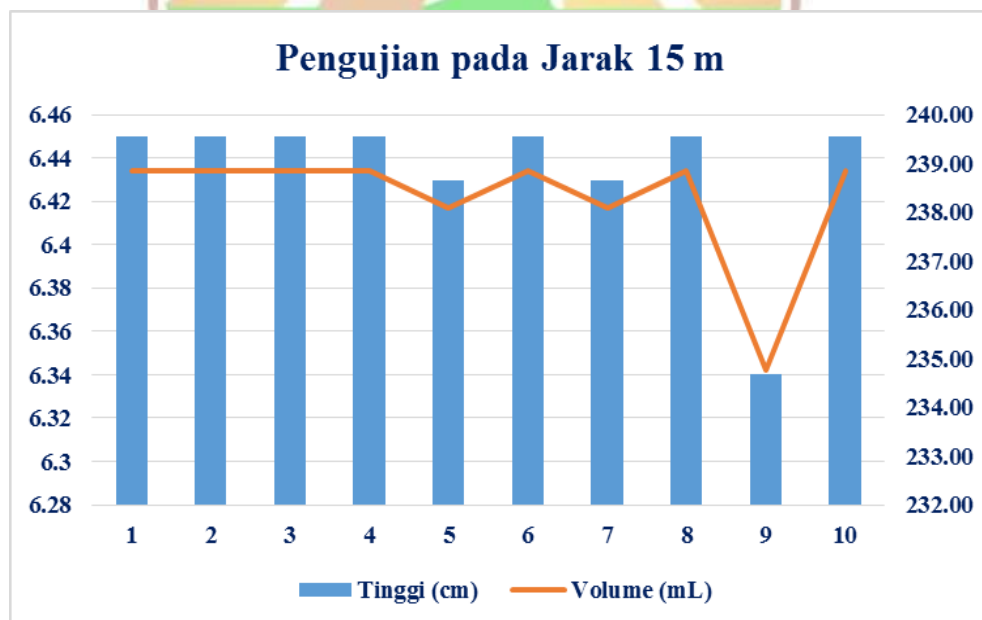
Hasil pengujian pengiriman data pada jarak 15 m dapat dilihat pada tabel

4.8 :

Tabel 4. 8 Pengujian Data pada Jarak 15 m

Data	Jarak 15 m	
	Tinggi (cm)	Volume (mL)
1	6,45	238.84
2	6,45	238.84
3	6,45	238.84
4	6,45	238.84
5	6,43	238.10
6	6,45	238.84
7	6,43	238.10
8	6,45	238.84
9	6,34	234.77
10	6,45	238.84

Grafik pengujian pengiriman data pada jarak 15 m dapat dilihat pada Gambar 4.12.



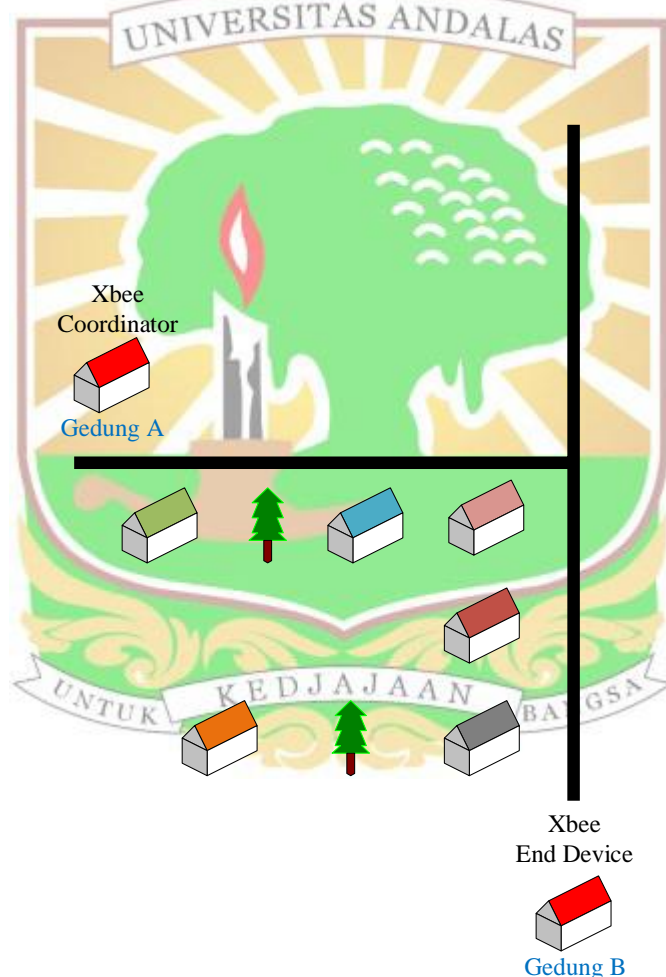
Gambar 4. 12 Grafik Pengujian pada Jarak 15 m

Pengujian telah dilakukan dengan jarak antara *monitoring room* dan ruang pasien adalah 15 m dengan pembatas dinding. Sampel data yang diambil adalah sama dengan data pada pengujian dalam ruangan yaitu tinggi cairan dengan *range* 6 – 7 cm. Disimpulkan bahwa jarak ini masih bisa dilakukan pengiriman data, karena masih ada ruang untuk bisa mengirim dan menerima data pada xbee.

4.3.3. Pengujian Pengiriman Data pada Gedung Berbeda

Proses pengujian pada ruangan berbeda dapat dilihat pada skema pengujian

Gambar 4.13 :



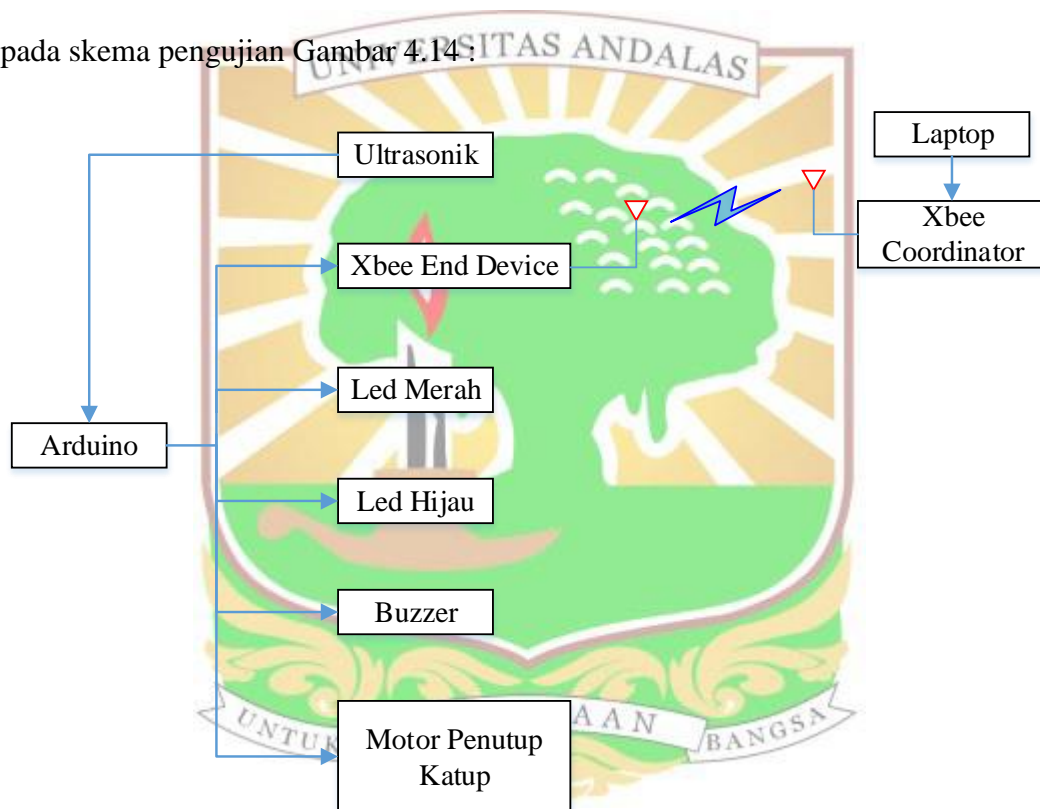
Gambar 4. 13 Skema Pengujian Komunikasi Berbeda Gedung

Pengujian dilakukan pada gedung yang berbeda, dimana xbee *coordinator* pada gedung A dan xbee *end device* pada gedung B. Jarak antara gedung A dan B

± 50 m. Dalam pengujian ini disimpulkan bahwa tidak dapat melakukan pengiriman data pada kondisi ini, karena terlalu banyak penghalang antara xbee *coordinator* dan xbee *end device* seperti bangunan/rumah warga sehingga xbee *end device* tidak terdeteksi.

4.4. Pengujian Keseluruhan

Proses pengujian keseluruhan sistem pemantauan cairan infus dapat dilihat pada skema pengujian Gambar 4.14 :



Gambar 4. 14 Skema Pengujian secara Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan arduino, ultrasonik, motor servo, led merah, led hijau, buzzer dan xbee *end device* dalam sisi *transmitter* dan komputer yang terhubung dengan komunikasi serial xbee *coordinator* dalam sisi

receiver. Data yang didapat oleh sensor ultrasonik dikirimkan ke *xbee coordinator* dan di tampilkan pada *interface* komputer.

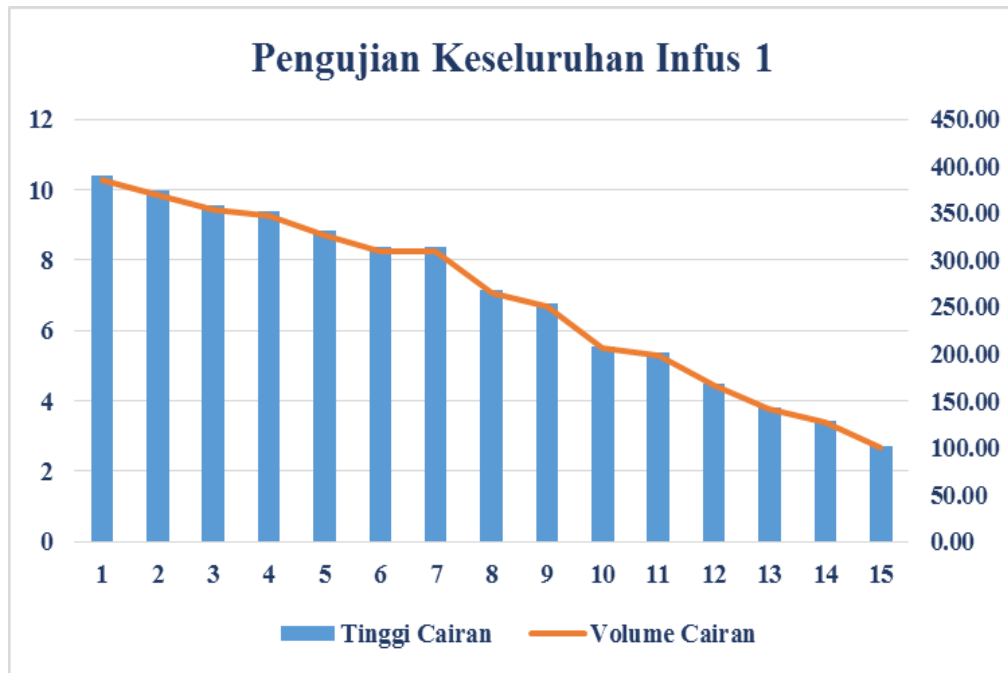
Dalam pengujian sistem secara keseluruhan pada infus 1, dilakukan dengan menghitung nilai tinggi cairan, volume cairan, kondisi led, kondisi buzzer, dan kondisi motor. Ketinggian dan volume cairan akan diproses oleh mikrokontroler, hasil ini yang akan menghidupkan led, buzzer dan motor. Apabila tinggi cairan belum mencapai 100 mL, maka led hijau akan hidup, buzzer tidak akan berbunyi dan motor servo tidak akan menghentikan aliran infus. Apabila tinggi cairan mencapai leher botol, maka led merah akan hidup, buzzer berbunyi menandakan cairan akan habis dan motor servo akan bergerak menghentikan aliran infus pada selang infus supaya cairan tidak mengalir ke pasien.

Hasil pengujian keseluruhan pada infus 1 dapat dilihat pada Tabel 4.9 :

Tabel 4. 9 Pengujian Keseluruhan pada Infus 1

Ke-	Tinggi (cm)	Volume (mL)	Kondisi Led		Kondisi Buzzer		Kondisi Motor	
			Normal	Actual	Normal	Actual	Normal	Actual
1	10.39	384.74	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
2	9.98	369.56	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
3	9.56	354.01	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
4	9.37	346.97	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
5	8.83	326.97	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
6	8.36	309.57	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
7	8.36	309.57	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
8	7.13	264.02	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
9	6.76	250.32	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
10	5.56	205.89	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
11	5.35	198.11	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
12	4.5	166.64	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
13	3.79	140.34	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
14	3.41	126.27	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
15	2.7	99.98	Merah	Merah	On	On	On	On

Grafik pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Grafik Pengujian Keseluruhan Infus 1

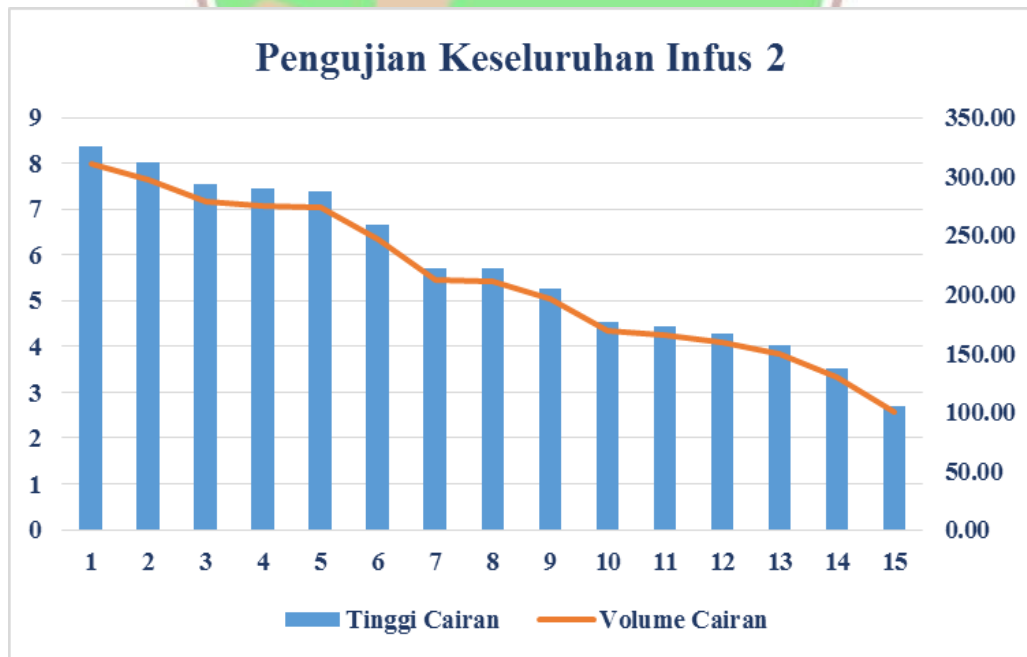
Pada pengujian keseluruhan infus 2, proses pengujian sama seperti pengujian infus 1. Dimana akan didapatkan hasil tinggi dan volume sisa cairan infus. Hasil ini yang akan mengaktifkan buzzer, led merah dan sistem motor penutup katup infus. Apabila sisa cairan mencapai leher botol, maka sistem akan mengaktifkan buzzer dan motor bergerak menghentikan aliran infus agar cairan berhenti mengalir pada pasien. Apabila cairan masih ada, sistem akan terus menginformasikan data cairan infus pada *monitoring room*.

Hasil pengujian keseluruhan pada infus 1 dapat dilihat pada tabel 4.10 :

Tabel 4. 10 Pengujian Keseluruhan pada Infus 2

Ke-	Tinggi (cm)	Volume (mL)	Kondisi Led		Kondisi Buzzer		Kondisi Motor	
			Normal	Actual	Normal	Actual	Normal	Actual
1	8.38	310.31	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
2	8.01	296.61	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
3	7.54	279.21	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
4	7.44	275.50	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
5	7.39	273.65	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
6	6.66	246.62	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
7	5.72	211.81	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
8	5.7	211.07	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
9	5.28	195.52	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
10	4.55	168.49	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
11	4.45	164.78	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
12	4.29	158.86	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
13	4.03	149.23	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
14	3.51	129.98	Hijau	Hijau	Off	Off	Off	Off
15	2.7	99.98	Merah	Merah	On	On	On	On

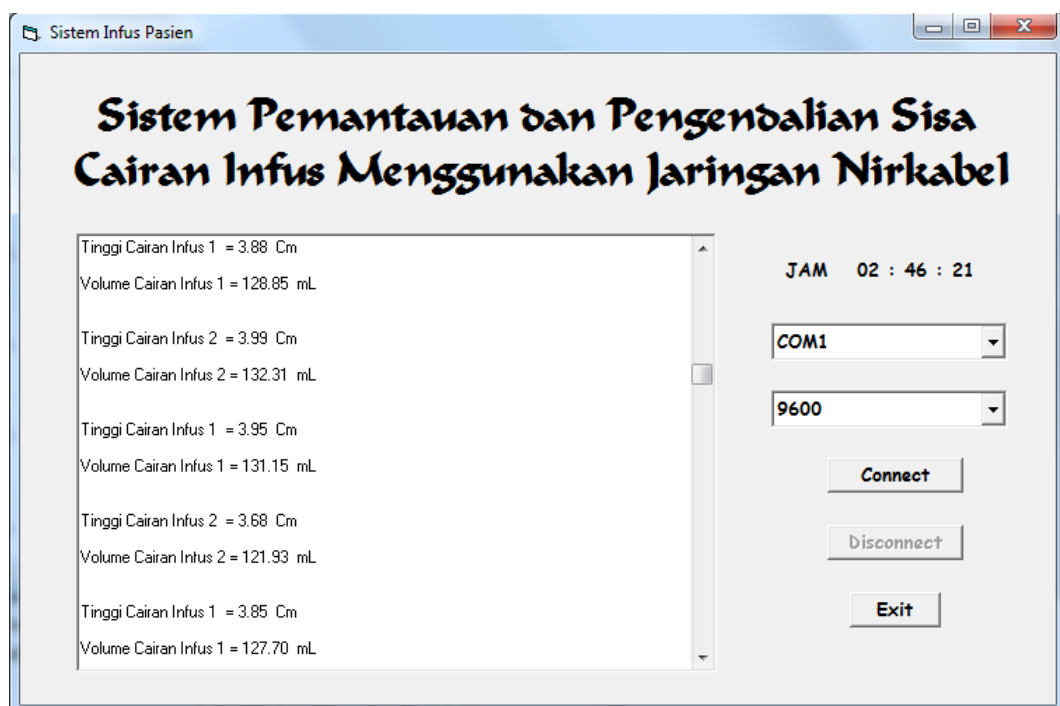
Grafik pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Grafik Pengujian Keseluruhan Infus 2

Dari pengujian keseluruhan pada infus 1 dan infus 2 didapatkan hasil perbandingan antara kondisi normal dan actualnya adalah sama, dimana sistem ini dapat berjalan dengan baik pada sistem pemantauan sisa cairan infus dan pengendalian aliran infus.

Screen capture pengiriman data dari ke-2 *end device* dan diterima pada komputer yang ditampilkan pada visual basic dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 *Screen Capture* Pengujian Keseluruhan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem pemantauan kondisi cairan infus telah dibuat dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, dari simulasi yang dilakukan didapat presentasi *error* ketinggian cairan infus 1.96% dan presentasi *error* volume sisa cairan infus yaitu 2.16%.
2. Jaringan nirkabel antara *monitoring room* dan ruang pasien menggunakan perangkat xbee S2. Dalam simulasi alat mengacu kepada kondisi berikut :
 - a. Sistem pada pasien dan perawat berada dalam satu ruangan yang sama dengan jarak 2 m. Sistem menampilkan data yang dikirim dengan baik.
 - b. Ruang pasien dan *monitoring room* berada pada ruangan yang berbeda dengan jarak 15 m. Sistem menampilkan data yang dikirim dengan baik.
 - c. Ruang pasien dan *monitoring room* berada pada gedung berbeda dengan jarak \pm 50 m. Sistem tidak bisa menampilkan data yang dikirim karena terdapat beberapa bangunan/rumah yang menjadi penghalang komunikasi.
3. Pengaturan sudut motor servo untuk mengendalikan sisa cairan infus adalah 30 derajat dengan delay 10000 μ s.

5.2. Saran

Dalam pengembangan sistem selanjutnya disarankan beberapa hal, sebagai berikut :

1. Tambahkan sensor yang bisa mendeteksi kecepatan aliran infus.
2. Menggunakan jaringan nirkabel tipe lain yang memiliki jangkauan komunikasi lebih luas.
3. Perhatikan keamanan sensor terhadap cairan infus.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonymous. 2013. *Aplikasi Jaringan Sensor Nirkable Sebagai Pemantauan Kondisi Suhu Dan Kelembapan*, <https://batamelektronika.wordpress.com/pendidikan/aplikasi-jaringan-sensor-nirkable-sebagai-pemantauan-kondisi-suhu-dan-kelembapan/>. Diakses tanggal 30 januari 2015, jam 09.10 wib.
- [2] Anonim. 2012. *Elektronika Dasar*, <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo/>. Diakses tanggal 5 April 2014, jam 10.20 wib.
- [3] Arduino. *Arduino Uno*, <http://arduino.cc/en/Main/>. Diakses tanggal 7 Juni 2014.
- [4] Arduino. *Arduino Board Uno*, <http://arduino.cc/en/Main/>. Diakses tanggal 7 Juni 2014.
- [5] Atmel. 2009. *ATmega48PA/88PA/168PA/328PDatasheetSummary*, www.atmel.com/Images/8161s.pdf. Diakses tanggal 5 April 2014, jam 13.00 wib.
- [6] Binta Putri, Rizki. 2014. *Pengendalian dan Pemantauan Katup Infus Secara Wireless menggunakan Metode Proportional Integral Derivative (PID)*. Jurusan Sistem Komputer Universitas Andalas : Padang.
- [7] Digi. 2009. *Datasheet Xbee/ Xbee Pro RF Module*, <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>. Digi International Inc. Diakses tanggal 01 Mai 2015, jam 10.10 wib.
- [8] Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan arduino*, <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>. Diakses tanggal 5 April 2014.
- [9] Handaya, Yuda. 2010. *Infus Cairan Intravena Macam-Macam Cairan Infus*, <http://dokteryudabedah.com/infus-cairan-intravena-macam-macam-cairan-infus/>. Diakses tanggal 16 Juni 2014.
- [10] Hani, Slamet. 2010. *Sensor Ultrasonik SRF05 Sebagai Memantau Kecepatan Kendaraan Bermotor*. Yogyakarta.
- [11] Hari Sasongko, Bagus. 2012. *Pemrograman dengan Mikrokontroler AVR ATMEGA8535 dengan Bahasa C*. Andi : Yogyakarta.

- [12] Helmi, Fachry. 2013. *Pengertian Motor, Stepper, dan Servo pada Robot serta fungsi dan cara kerjanya*, <http://fachrihelmy.blogspot.com/2013/11/pengertian-motor-stepper-dan-servo-pada.html>. Diakses tanggal 4 Mei 2015, jam 07.15 wib.
- [13] Muslim, Abdy. 2010. *Monitoring Cairan Infus Menggunakan Modul Radio Frekuensi YS 1020 UB Dengan Frekuensi 433 MHZ*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Diakses tanggal 19 Mei 2014.
- [14] Potter, Patricia A. 2005. *Buku ajar Fundamental Keperawatn : konsep, proses, dan praktik/praticia A. Potter, Anne Griffin Perry ; alih bahasa, Renata komalasari*. EGC, Jakarta.
- [15] Pratama ,Hadijaya,dkk.2012. *Akuisisi Data Kinerja Sensor Ultrasonik Berbasis Sistem Komunikasi Serial Menggunakan Mikrokontroler Atmega32*. FTPK UPI.
- [16] Prawiroredjo, Kiki. Nyssa Asteria. 2008. *Detektor jarak dengan sensor Ultrasonik berbasis Mikrokontroler*. Dosen jurusan Teknik Elektro-FTI Universitas Trisakti, JETri Vol. 7, Nmr 2.
- [17] S. Rodiah. 2011. *Landasan Teori*, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/27231/4/Chapter%20I.pdf>. Universitas Sumatra Utara. Diakses tanggal 05 Mei 2015.
- [18] Simanjuntak, MG. 2013. *Bab II Dasar Teori*, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/37482/4/Chapter%20I.pdf>. Diakses tanggal 23 Agustus 2014.
- [19] Syahrul. 2009. *Sistem Pemantauan Infus Pasien Terpusat*. Jurusan Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia. Diakses tanggal 19 Mei 2014.
- [20] Wahit, Iqbal Mubarak. 2007. *Buku ajar Kebutuhan Dasar Manusia : teori & aplikasi dalam praktik*. EGC, Jakarta.
- [21] Wahyuningsih, Esty. 2005. *Pedoman Perawatan Pasien*. EGC, Jakarta.
- [22] Wiguna, Teguh. Tanpa Tahun. *Pengukur Volume Zat Cair Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler At89s51*, <http://eprints.undip.ac.id/25351/1/ML2F000642.pdf>. Diakses tanggal 11 Mei 2014, jam 20.30 wib.

- [23] X-CTU Configuration & Test Utility Software, URL : <http://www.digi.com/support/eservice/Login.jsp>, diakses 10 januari 2015, jam 11.00 Wib.
- [24] Zainuri, Akhmad. 2009. *Monitoring dan Identifikasi Gangguan Infus menggunakan Mikrokontroler AVR*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya : Palembang.



Lampiran 1

Source Code Program Arduino IDE

```
#include <Servo.h>

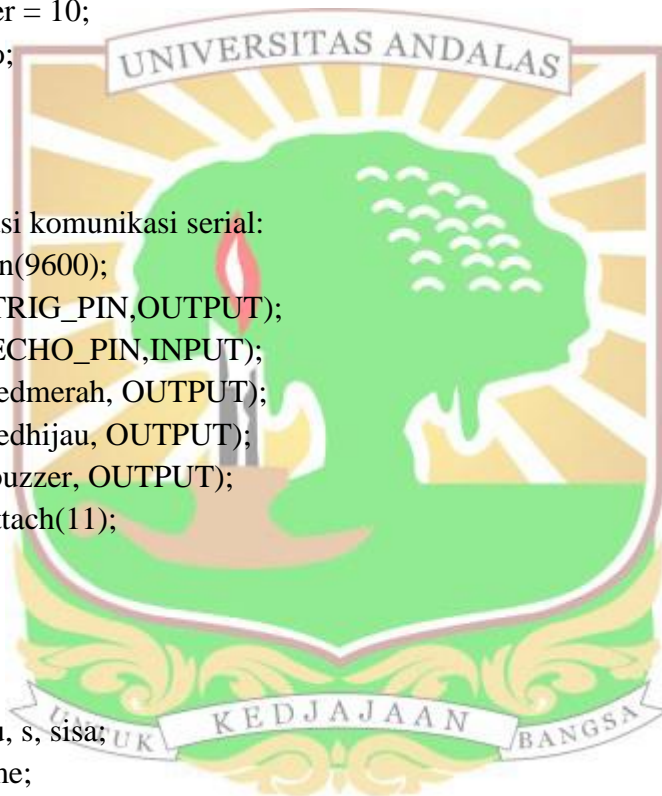
const float TRIG_PIN = 12;
const float ECHO_PIN = 13;
const int ledmerah = 9;
const int ledhijau = 8;
const int buzzer = 10;
Servo myservo;

void setup()
{
  // inialisasi komunikasi serial:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(TRIG_PIN,OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN,INPUT);
  pinMode(ledmerah, OUTPUT);
  pinMode(ledhijau, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  myservo.attach(11);
}

void loop()
{
  float waktu, s, sisa;
  float volume;

  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
  waktu = pulseIn(ECHO_PIN,HIGH);
  // konversi waktu menjadi jarak

  s = (34000 * waktu) / (1000000 * 2);
  sisa = 13.1 - s;
```



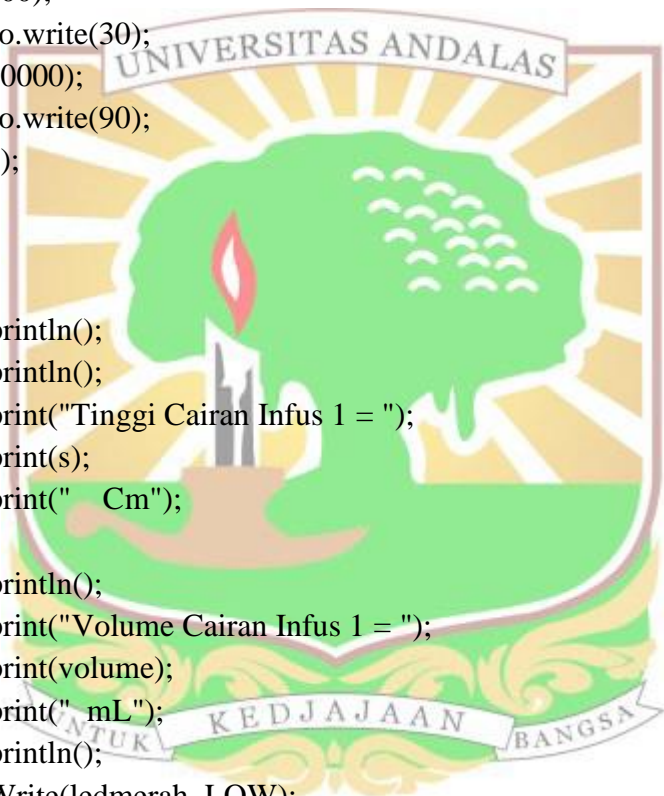
```

volume = 37.03 * sisa;

if (s <= 2.7)
{
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.println("Infus 1 habis !!!!!");
  digitalWrite(ledmerah, HIGH);
  digitalWrite(ledhijau, LOW);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay(200);
  myservo.write(30);
  delay(10000);
  myservo.write(90);
  delay(1);
}
else
{
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Tinggi Cairan Infus 1 = ");
  Serial.print(s);
  Serial.print(" Cm");

  Serial.println();
  Serial.print("Volume Cairan Infus 1 = ");
  Serial.print(volume);
  Serial.print(" mL");
  Serial.println();
  digitalWrite(ledmerah, LOW);
  digitalWrite(ledhijau, HIGH);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
}
delay(1000);
}

```



Lampiran 2

Source Code Program Visual Basic 6.0

```
Private Sub CmdConnect_Click()
```

```
    Dim port As Integer
```

```
    On Error GoTo errcode
```

```
    Select Case Combo1.ListIndex
```

```
    Case -1
```

```
        port = 1
```

```
    Case 0
```

```
        port = 1
```

```
    Case 1
```

```
        port = 2
```

```
    Case 2
```

```
        port = 3
```

```
    Case 3
```

```
        port = 4
```

```
    Case 4
```

```
        port = 5
```

```
    Case 5
```

```
        port = 6
```

```
    Case 6
```

```
        port = 7
```

```
    Case 7
```

```
        port = 8
```

```
    Case 8
```

```
        port = 9
```

```
    End Select
```



```
    If MSComm1.PortOpen = False Then
```

```
        MSComm1.CommPort = port
```

```
        MSComm1.RThreshold = 1
```

```
        MSComm1.InputLen = 40
```

```
        MSComm1.Settings = Combo2.List(Combo2.ListIndex) & ",N,8,1"
```

```
        MSComm1.PortOpen = True
```

```
        CmdConnect.Enabled = False
```

```
        CmdDisconnect.Enabled = True
```

```
    End If
```

```
    Exit Sub
```

```

errcode:
MsgBox "Port Salah !", vbOKOnly, "Peringatan"
Combo1.SetFocus
End Sub

```

```

Private Sub CmdDisconnect_Click()
    If MSComm1.PortOpen = True Then
        MSComm1.PortOpen = False
    End If
    CmdConnect.Enabled = True
    CmdDisconnect.Enabled = False
End Sub

```

```

Private Sub Command3_Click()
    End
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    With Combo1
        .AddItem "COM1"
        .AddItem "COM2"
        .AddItem "COM3"
        .AddItem "COM4"
        .AddItem "COM5"
        .AddItem "COM6"
        .AddItem "COM7"
        .AddItem "COM8"
        .AddItem "COM9"
        .AddItem "COM15"
        .AddItem "COM18"
    End With

```

```

End With

```

```

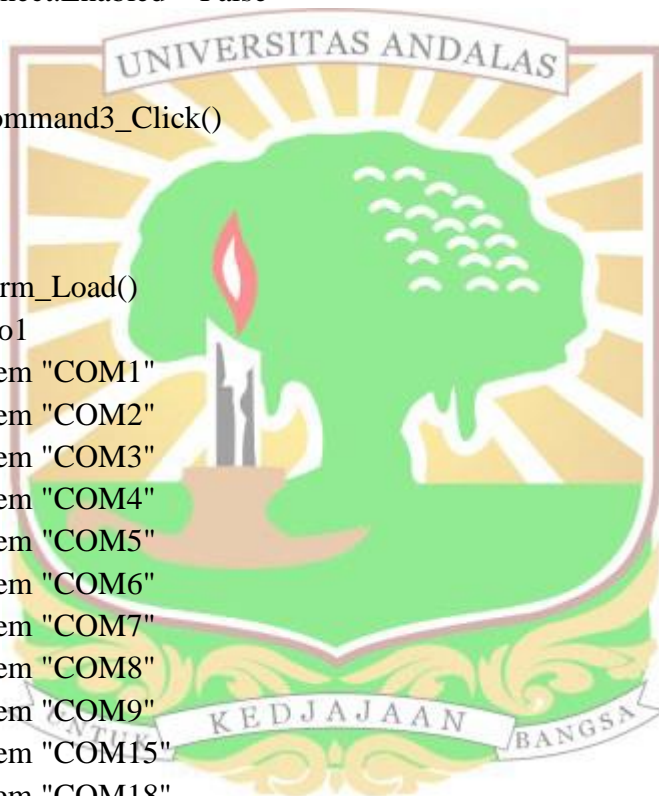
With Combo2
    .AddItem "2400"
    .AddItem "4800"
    .AddItem "9600"
    .AddItem "19200"
    .AddItem "38400"
    .AddItem "56600"
End With

```

```

End With

```




```
Timer1.Enabled = True
CmdConnect.Enabled = True
CmdDisconnect.Enabled = False
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm()
    Dim buffer As String
    Dim temp As String
    buffer = MSComm1.Input
    If buffer <> "" Then
        With Text1
            .SelStart = Len(.Text)
            .SelText = buffer
        End With
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()
    Label2.Caption = Format(Time, " hh : mm : ss")
End Sub
```



Lampiran 3

Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 4. 1 Pengujian ke-2 Sensor Ultrasonik

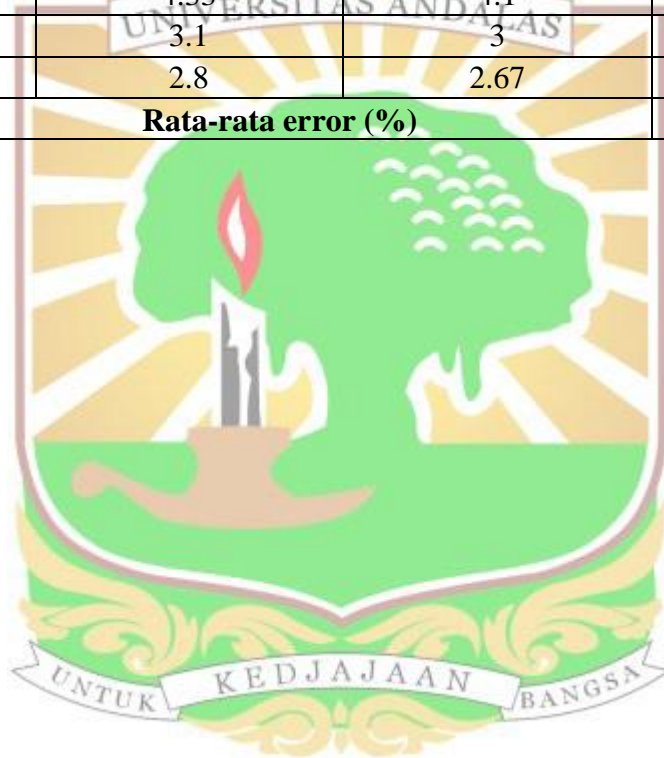
Data	Jarak Pada Sensor (cm)	Jarak Sebenarnya (cm)	Error (%)
1	13.1	13	0.77
2	11.8	12	1.67
3	10.92	11	0.73
4	9.9	10	1.00
5	9	9	0.00
6	8.1	8	1.25
7	6	6	0.00
8	4.82	5	3.60
9	3.9	4	2.50
10	3.01	3	0.33
Rata-rata error (%)			1.19

Tabel 4. 2 Pengujian ke-3 Sensor Ultrasonik

Data	Jarak Pada Sensor (cm)	Jarak Sebenarnya (cm)	Error (%)
1	11.96	12.1	1.16
2	10.92	11	0.73
3	10.24	10	2.40
4	9.68	9.5	1.89
5	9.14	9	1.56
6	8.26	8	3.25
7	6.29	6.1	3.11
8	6.03	6	0.50
9	4.99	5.1	2.16
10	4.5	4.6	2.17
Rata-rata error (%)			1.89

Tabel 4. 3 Pengujian ke-4 Sensor Ultrasonik

Data	Jarak Pada Sensor (cm)	Jarak Sebenarnya (cm)	Error (%)
1	9.98	10.03	0.50
2	9.45	9.5	0.53
3	8.7	8.67	0.35
4	7.77	7.5	3.60
5	6.89	6.8	1.32
6	6.25	6.1	2.46
7	5.69	5.3	7.36
8	4.33	4.1	5.61
9	3.1	3	3.33
10	2.8	2.67	4.87
Rata-rata error (%)			2.99



Lampran 4

Pengujian Volume Cairan

Tabel 4. 1 Pengujian ke-2 Volume Cairan

Data	Volume (mL)	Volume Sebenarnya (mL)	Error (%)
1	485.09	482	0.64
2	436.95	430	1.62
3	404.37	407	0.65
4	366.60	360	1.83
5	333.27	333	0.08
6	299.94	290	3.43
7	222.18	222	0.08
8	178.48	179	0.29
9	144.42	140	3.16
10	111.46	115	3.08
Rata-rata error (%)			1.49

Tabel 4. 2 Pengujian ke-3 Volume Cairan

Data	Volume (mL)	Volume Sebenarnya (mL)	Error (%)
1	442.88	448	1.14
2	404.37	407	0.65
3	379.19	370	2.48
4	358.45	350	2.41
5	338.45	330	2.56
6	305.87	298	2.64
7	232.92	250	6.83
8	223.29	230	2.92
9	184.78	190	2.75
10	166.64	175	4.78
Rata-rata error (%)			2.92

Tabel 4. 3 Pengujian ke-4 Volume Cairan

Data	Volume (mL)	Volume Sebenarnya (mL)	Error (%)
1	369.56	372	0.66
2	349.93	350	0.02
3	322.16	321	0.36
4	287.72	277	3.87
5	255.14	245	4.14
6	231.44	225	2.86
7	210.70	197	6.95
8	160.34	150	6.89
9	114.79	111	3.42
10	103.68	103	0.66
Rata-rata error (%)			2.98

