



**PROTOTIPE SISTEM PENGATURAN BEBAN PARKIR MOBIL
OTOMATIS MENGGUNAKAN PROTOKOL NIRKABEL
ZIGBEE IEEE 802.15.4**

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Arif Ma'rup
NIM 111910201035**

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PROTOTYPE SISTEM PENGATURAN BEBAN PARKIR MOBIL
OTOMATIS MENGGUNAKAN PROTOKOL NIRKABEL
ZIGBEE IEEE 802.15.4**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Ahmad Arif Ma'rup
NIM 111910201035

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah yang sangat luar biasa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Tidak lupa sholawat serta salam kita haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang menunjukkan kita sebagai manusia menuju jalan yang terang benderang dengan kehidupan yang lebih baik. Skripsi ini merupakan karya yang tidak pernah ternilai dan terlupakan bagi penulis yang selain sebagai syarat menyelesaikan program studi juga untuk kemajuan umat manusia agar lebih baik. Oleh karenanya karya ini ingin saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, karena perlindungan, pertolongan, dan ridho-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik serta Nabi Besar Muhammad SAW;
2. Kedua orang tuaku, Ayahanda Subandi Sumijo dan Ibunda Siti Rohani, Kakakku Villah Wahida, dan Adikku Dini Mazaya terima kasih dukungan, bantuan, serta doa restunya hingga selesainya studi ini;
3. Kerabat dan sanak keluarga, dan semua keluargaku yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan doa;
4. Dosen pembimbing skripsi, Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si selaku DPA yang bersedia meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesainya skripsi ini;
5. Dosen penguji 1, Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T. dan Dosen penguji 2, Bapak Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T. yang telah meluangkan banyak waktu dan pikiran guna memberikan pengarahan demi kemajuan dan terselesainya penulisan skripsi ini dengan baik;
6. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing selama kurang lebih empat

tahun ini. Penulis sampaikan banyak terima kasih atas semua ilmu, didikan, dan pengalaman yang sangat luar biasa;

7. Teman-teman elektro yang telah berjuang bersama di almamater tercinta, pengalaman mencari ilmu bersama kalian adalah hal yang tidak akan terlupakan. Aku bangga menjadi bagian dari kalian;
8. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran pembuatan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu;

Jember, 25 Mei 2018

Penulis

Ahmad Arif Ma'rup

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”

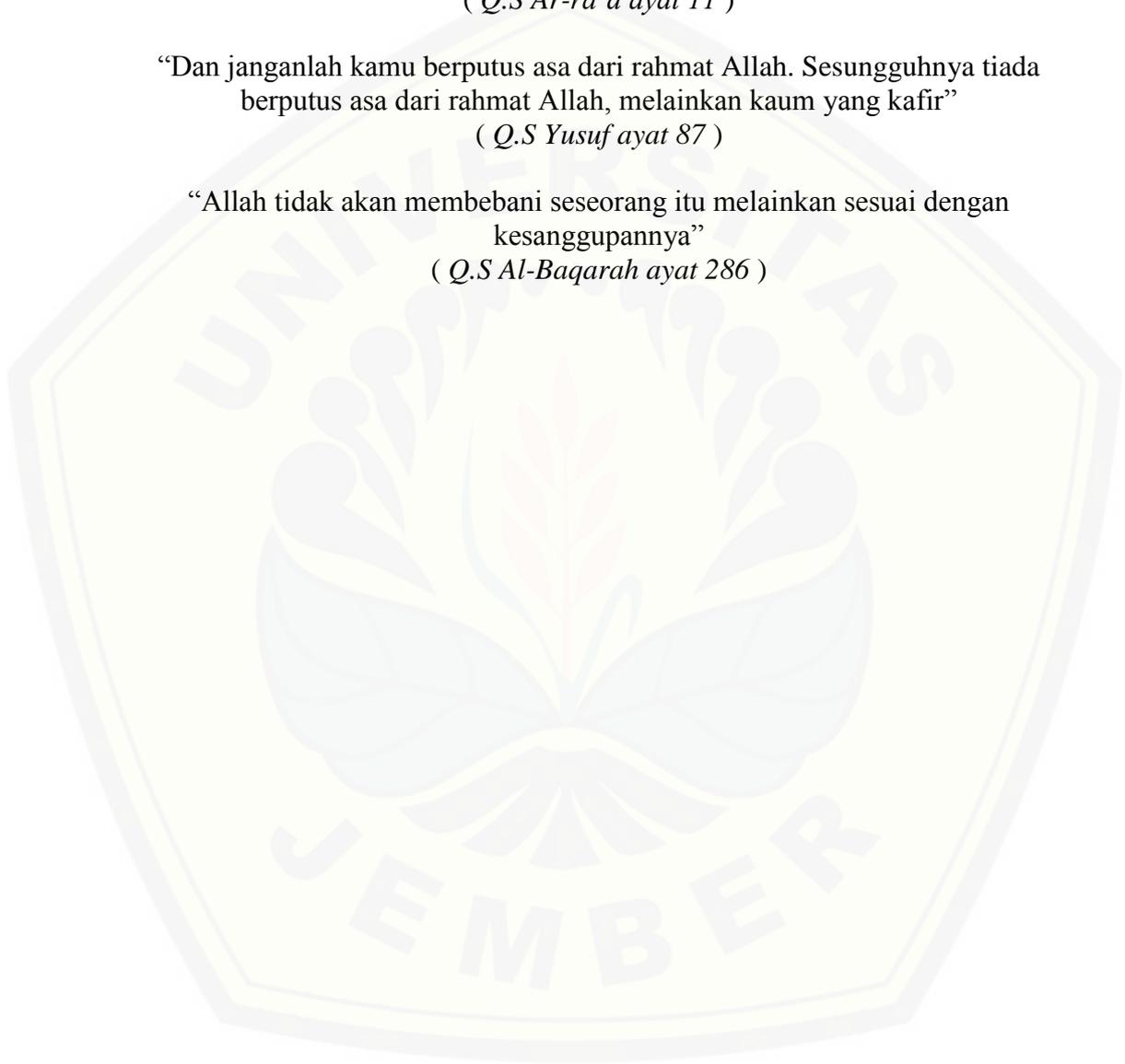
(*Q.S Ar-ra'd ayat 11*)

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”

(*Q.S Yusuf ayat 87*)

“Allah tidak akan membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(*Q.S Al-Baqarah ayat 286*)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Arif Ma'rup

NIM : 111910201035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul **“Prototipe Sistem Pengaturan Beban Parkir Mobil Otomatis Menggunakan Protokol Nirkabel Zigbee IEEE 802.15.4”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung Tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Mei 2018
Yang menyatakan,

Ahmad Arif Ma'rup
NIM 111910201035

SKRIPSI

**PROTOTIPE SISTEM PENGATURAN BEBAN PARKIR MOBIL
OTOMATIS MENGGUNAKAN PROTOKOL NIRKABEL
ZIGBEE IEEE 802.15.4**

SKRIPSI

Oleh :

Ahmad Arif Ma'rup

111910201035

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dodi Setiabudi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Prototipe Sistem Pengaturan Beban Parkir Mobil Otomatis Menggunakan Protokol Nirkabel Zigbee IEEE 802.15.4**” karya Ahmad Arif Ma’rup telah diuji dan disahkan oleh Program Studi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember dan dinyatakan lulus pada:

Hari, tanggal : Rabu, 23 Mei 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP 198405312008121004

Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si
NIP 196801191997021001

Penguji I,

Penguji II,

Widya Cahyadi, S.T., M.T.
NIP 198511102014041001

Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.
NIP 760015754

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.
NIP. 196612151995032001

Ahmad Arif Ma'rup

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Abstrak

Prototipe Sistem Pengaturan Beban Parkir Mobil Otomatis Menggunakan Protokol Nirkabel Zigbee IEEE 802.15.4. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana membuat sebuah prototipe beban parkir mobil otomatis menggunakan protokol *nirkabel zigbee* IEEE 802.15.4 beserta proses *transmisi* data yang dikirimkan dari *xbee pro* ke *visual basic*. Meningkatnya jumlah kendaraan di era saat ini juga berpengaruh terhadap lahan parkir. Keterbatasan lahan mengharuskan tempat parkir dibuat bertingkat. Penataan kendaraan harus di perhatikan untuk menghindari kerusakan gedung. Sehingga dibuat prototipe ini untuk memilah beban kendaraan yang terparkir. *Wireless* adalah salah satu teknik komunikasi untuk menyampaikan informasi dengan menggunakan gelombang. Protokol IEEE 802.15.4 merupakan standar protokol komunikasi untuk jaringan terbatas, kecepatan rendah dan konsumsi daya sedikit. *Zigbee* merupakan protokol komunikasi hasil pengembangan lanjut dari standar IEEE 802.15.4. Penelitian ini dimulai dari mengkalibrasi *load cell* sebagai pendeteksi beban kendaraan dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi adanya kendaraan. kemudian data dikirimkan ke arduino untuk diproses. Secara bersamaan LED (*output*) menyala. Kemudian data dikirimkan ke *visual basic* sebagai *xbee receiver*. Penelitian ini didapatkan hasil dari kalibrasi *load cell* dengan *error %* tertinggi 4.82% dan terendah 0.35%. Dari proses pengujian sensor ultrasonik didapatkan *error %* tertinggi 1.67% dan terendah 0%. Dari proses pengujian *packet loss xbee pro* didapatkan hasil dengan tingkat pengiriman terbaik pada jangkauan 40 meter saat *outdoor* dan 8 meter saat *indoor* dengan penghalang berupa dinding.

Kata Kunci: *Load Cell, Packet Loss, Zigbee, Wireless, Delay, Transceiver, Visual Basic, Modul HX711, Arduino Uno.*

Ahmad Arif Ma'rup

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Abstract

Automated Car Load Weight Control System Prototype Using Zigbee Wireless Protocol IEEE 802.15.4. This study aims to find out how to create a prototype automated car parking load using the zigbee wireless protocol IEEE 802.15.4 along with the data transmission process that is sent from xbee pro to visual basic. The increasing number of vehicles in the current era also affect the parking lot. Limitations of land require that the parking lot is made high. Arrangement of vehicles should be noted to avoid damage to the building. So made this prototype to sort out the parked vehicle load. Wireless is one of the communication techniques to convey information by using wave. The IEEE 802.15.4 protocol is a standard communications protocol for limited network, low speed and low power consumption. Zigbee is an advanced communication protocol developed by the IEEE 802.15.4 standard. This research starts from calibrating load cell as vehicle load detector and ultrasonic sensor as vehicle's dimension. then the data is sent to arduino for processing. Simultaneously the LED (output) lights up. Then the data is sent to visual basic as xbee receiver. This research got result from load cell calibration with highest error of 4.82% and lowest 0.35%. From the ultrasonic sensor testing process obtained the highest error% 1.67% and the lowest 0%. From the packet loss xbee pro testing process obtained results with the best delivery rate in the range of 40 meters when outdoor and 8 meters when indoor with a wall barrier.

Keywords: *Load Cell, Packet Loss, Zigbee, Wireless, Delay, Transceiver, Visual Basic, Module HX711, Arduino Uno.*

RINGKASAN

Prototipe Sistem Pengaturan Beban Parkir Mobil Otomatis Menggunakan Protokol Nirkabel Zigbee IEEE 802.15.4; Ahmad Arif Ma'rup; 111910201035; 2018; 66 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Wireless adalah salah satu teknik komunikasi untuk menyampaikan informasi dengan menggunakan gelombang radio untuk menggantikan kabel yang menghubungkan komputer dengan jaringan, sehingga komputer dapat berkomunikasi dengan jaringan lebih efektif dan efisien serta dengan kecepatan yang memadai. Kelebihan - kelebihan inilah yang sangat mendukung pemanfaatan *wireless* sebagai media yang digunakan untuk mengakses informasi secara *real time*.

Protokol IEEE 802.15.4 merupakan salah satu protokol yang banyak digunakan yaitu dari keluarga IEEE 802.15 yang membahas tentang jaringan terbatas (*personal network*). Protokol IEEE 802.15.4 merupakan standar protokol komunikasi untuk jaringan terbatas, kecepatan rendah dan konsumsi daya sedikit (*low-rate wireless personal area network -LR-WPAN*). Salah satu yang menggunakan protokol ini adalah teknologi jaringan sensor nirkabel (*wireless sensor network -WSN*). Protokol IEEE 802.15.4 membuat teknologi sensor nirkabel mengalami perkembangan yang pesat, baik dari segi teknologi elektromekanik, sensor hingga komunikasinya. Zigbee merupakan protokol komunikasi hasil pengembangan lanjut dari standar IEEE 802.15.4. zigbee seperti juga Wi-Fi dibentuk dari aliansi beberapa perusahaan yang mengembangkan *low-rate wireless personal area network* untuk melakukan standarisasi perangkat yang dibuat agar bisa saling berkomunikasi satu dengan yang lain dengan standar yang sama yaitu *Zigbee*.

proses perancangan prototipe dimulai dari sensor *load cell* yang dikalibrasi. Sensor *load cell* merupakan sensor yang berfungsi untuk menghitung beban mobil yang akan memasuki area parkir. Kemudian data dari *load cell* dan sensor ultrasonik tersebut secara bersamaan dikirim ke mikrokontroler (arduino uno)

untuk diproses kemudian disimpan di data logger. Dan secara bersamaan juga lampu LED sebagai *output* pada pintu parkir akan menyala untuk menunjukkan tempat parkir mana yang sesuai dengan beban mobil yang mereka kendarai. Kemudian data hasil dari nilai sensor load cell setelah di proses arduino akan dikirimkan ke oleh *xbee transmitter* ke *xbee receiver* yang akan ditampilkan pada aplikasi *visual basic*.

Pada sensor *load cell* mempunyai empat *pin* yaitu E+, E-, A+, dan A-. Sistem kerja sensor *load cell* ini dengan cara mengubah nilai beda resistansi ketika diberikan beban menjadi tegangan, tetapi tegangan yang dihasilkan sangat kecil sehingga tidak memungkinkan untuk arduino mengolah data dari sensor *load cell*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan modul HX711 sebagai penguat tegangan yang dihasilkan sensor *load cell* kedalam bentuk sinyal yang dapat diolah oleh arduino.

Perancangan kalibrasi sensor dilakukan untuk memperoleh nilai yang dihasilkan sensor sesuai dengan alat pengukur yang lebih akurat. Nilai keluaran dari sensor akan dibandingkan dengan nilai alat ukur dengan sampel pengukuran sebanyak lima kali. Hasil dari kedua alat akan dikalibrasi dengan membandingkan kedua nilai tersebut dengan masing-masing sampel sebanyak lima kali menggunakan *Microsoft excel*. Data perhitungan dengan *Microsoft excel* akan ditampilkan menggunakan grafik *trendline*. Pada grafik tersebut rumus matematis kalibrasi yang dihasilkan akan dimasukkan ke dalam program sehingga nilai dari sensor akan diolah terlebih dahulu oleh arduino sebelum ditampilkan.

Pada proses kalibrasi sensor *load cell* melakukan uji coba sebelum dan sesudah dikalibrasi. Sebelum dikalibrasi didapatkan hasil dari beban terendah 225 gram sebesar 40.2 dan dari beban tertinggi 1208 sebesar 221.2. Kemudian dari hasil setelah dikalibrasi didapatkan hasil dari beban terendah 255 gram sebesar 262.61 gram dengan *error %* sebanyak 2.98 % dan dari beban tertinggi 1208 gram sebesar 1212.34 gram dengan *error %* sebanyak 0.35 %. Dari proses setelah dikalibrasi ini didapatkan *error %* tertinggi sebanyak 4.82 % pada percobaan

ketiga dengan nilai sensor *load cell* nya sebesar 547.27 gram. Sedangkan pada pengujian sensor ultrasonik dilakukan 5 kali percobaan dengan *error %* tertinggi sebesar 1.67 % diperoleh saat percobaan ketiga dengan jarak sebesar 60 cm didapatkan nilai sensor ultrasonik sebesar 61 cm. untuk *error %* terendah sebesar 0 % diperoleh saat percobaan dengan 30 cm dan 45 cm.

Pada pengujian *xbee pro* dilakukan pada saat *indoor* dan *outdoor* dan dilakukan percobaan sebanyak 5 kali. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas *xbee pro* sebagai pengirim dan penerima data jarak jauh dan jarak dekat dengan penghalang dinding tanpa kabel (*nirkabel*). Pada pengujian *outdoor* dengan jarak 20 meter dan 40 meter didapatkan *packet loss* sebesar 0 % dilihat dari banyaknya data yang dikirim sebanyak 60 data dan diterima sebanyak 60 data. Pada pengujian jarak 60 meter didapatkan *packet loss* sebesar 5 %. Pada jarak 100 meter didapatkan *packet loss* sebesar 63.33 %. Dan percobaan kelima dengan jarak 120 meter didapatkan *packet loss* sebesar 100 % karna tidak ada data yang diterima setelah 60 data dikirimkan. Pada percobaan *indoor* dengan jarak 5 meter dan 8 meter didapatkan hasil *packet loss* sebesar 0 %. Pada jarak 10 meter didapatkan *packet loss* sebesar 18.33 %. Pada jarak 15 meter didapatkan *packet loss* sebesar 61.67 %. Dan pada percobaan kelima dengan jarak 20 meter didapatkan hasil *packet loss* sebesar 93.33 %. Sehingga diambil kesimpulan bahwa jarak yang paling stabil ketika *xbee pro* melakukan pengiriman data adalah 40 meter saat *outdoor* dan 8 meter saat *indoor*.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Prototipe Sistem Pengaturan Beban Parkir Mobil Otomatis Menggunakan Protokol Nirkabel Zigbee IEEE 802.15.4**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wata’ala yang telah memberikan segala nikmat yang tak terhingga. Terima kasih atas ridho dan kehendak-Mu sehingga hamba-Mu ini dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Drs. Moh. Hasan, M.Sc., Ph.d selaku Rektor Universitas Jember.
3. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Catur Suko Sarwono, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Azmi Saleh S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa.
6. Ayahanda Subandi Sumijo, Ibunda Siti Rohani, Kakakku Villah Wahida, dan Adikku Dini Mazaya terima kasih dukungan, bantuan, kasih sayang serta do’a restunya.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Teknik Elektro beserta staf karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Jember.

8. Teman-Teman ELEKTRO 11 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan Skripsi ini.
9. Eka Desy Suryaningsih yang selalu memberikan dorongan, doa dan semangatnya.
10. Keluarga KKN 45 Desa Jombang yang telah memberikan banyak pengalaman, kenangan, serta sukacita selama 45 hari.
11. Sahabat-sahabat saya yang selalu memberikan motivasi dan semangatnya.
12. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan Skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 25 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
RINGKASAN	xi
PRAKATA	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 ZigBee	5
2.2 Sensor Berat (<i>Load Cell</i>)	13
2.3 Arduino Uno	13
2.4 LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	17
2.5 Modul HX711	19
2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04	19
2.7 Visual Basic	21

2.8	<i>Wireless</i>	23
2.9	Parameter-Parameter QOS	25
2.10	Duplex	26
BAB 3.	METODELOGI PENELITIAN	30
3.1	Waktu dan Tempat	30
3.2	Alat dan Bahan	30
3.3	Perancangan alat	31
3.3.1	Blok Diagram Alat	31
3.3.2	Rancangan Mekanik	32
3.3.3	Perancangan Sensor	33
3.3.4	Perancangan <i>Output</i>	35
3.3.5	Perancangan <i>Xbee Pro</i>	36
3.3.6	Perancangan Kalibrasi Sensor	39
3.3.7	Perancangan Secara Keseluruhan	39
3.3.8	Implementasi <i>Xbee Pro</i> Pada Sistem	41
3.3.9	Keunggulan <i>Zigbee</i> Dengan Protokol Lain	41
3.3.10	<i>Flow Chart</i> Sistem	43
3.3.11	<i>Flow Chart</i> Pengiriman Data	44
BAB 4.	PEMBAHASAN	45
4.1	Pengujian Sensor <i>Load Cell</i>	45
4.2	Pengujian Sensor Ultrasonik	49
4.3	Pengujian <i>Xbee Pro</i>	51
4.3.1	Pengujian <i>Outdoor</i>	51
4.3.2	Pengujian <i>Indoor</i>	53
4.4	Pengujian Sistem Monitoring	55
4.5	Pengujian Secara Keseluruhan	57
BAB 5.	PENUTUP	62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	64
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul Xbee Pro	7
Gambar 2.2 Sensor Berat (<i>Load Cell</i>)	13
Gambar 2.3 <i>Board</i> Arduino Uno	14
Gambar 2.4 Struktur Dasar LED	18
Gambar 2.5 Modul HX711	19
Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04	20
Gambar 2.7 Sistem Pewaktu pada Sensor HC-SR04	20
Gambar 2.8 <i>Interface</i> Antar Muka <i>Visual Basic 6.0</i>	22
Gambar 3.1 Blok diagram sistem pengaturan beban parkir otomatis secara <i>real time</i>	31
Gambar 3.2 Rancangan Mekanik alat pengaturan beban parkir otomatis ..	32
Gambar 3.3 Rancangan alat pada gedung bertingkat	33
Gambar 3.4 Skema Rangkaian Sensor <i>Ultrasonic</i>	33
Gambar 3.5 Sampling Data Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	34
Gambar 3.6 Skema Rangkaian Sensor <i>Load Cell</i>	34
Gambar 3.7 Sampling Data Sensor <i>Load Cell</i>	35
Gambar 3.8 Rangkaian <i>Output</i>	35
Gambar 3.9 Rangkaian Pengirim <i>Xbee Pro</i>	36
Gambar 3.10 Rancangan Pengambilan Data <i>XBee Pro</i> saat diluar Ruangan (<i>Outdoor</i>)	37
Gambar 3.11 Rancangan Pengambilan Data <i>XBee Pro</i> di Dalam Ruangan (<i>Indoor</i>)	38
Gambar 3.12 Konfigurasi Penerima Data	38
Gambar 3.13 Proses Kalibrasi	39
Gambar 3.14 Rangkaian Secara Keseluruhan	40
Gambar 3.15 Perancangan Secara Keseluruhan	40
Gambar 3.16 <i>Flow Chart</i> Sistem	43
Gambar 3.17 <i>Flow Chart</i> Pengiriman Data	44

Gambar 4.1 Mekanik Sensor <i>Load Cell</i>	45
Gambar 4.2 Timbangan Digital Ohaus Pioneer PA 2202	46
Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Sensor <i>Load Cell</i>	47
Gambar 4.4 Grafik Hasil Kalibrasi	48
Gambar 4.5 Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	49
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	50
Gambar 4.7 <i>Xbee Pro</i>	51
Gambar 4.8 Pengujian Jarak <i>Xbee Pro</i> dengan GPS	52
Gambar 4.9 Tampilan GUI <i>Visual Studio 2012</i>	55
Gambar 4.10 Komunikasi <i>Serial Port</i>	56
Gambar 4.11 Penampil Data	57
Gambar 4.12 Alat Keseluruhan	57
Gambar 4.13 Penerima dan Penampil Data	58
Gambar 4.14 Pengujian Alat	59
Gambar 4.15 Grafik Pengujian Alat Keseluruhan	60
Gambar 4.16 Penampil Data dengan PC	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Konfigurasi Pin RF Module <i>ZigBee</i>	8
Tabel 2.2 Deskripsi Arduino Uno	16
Tabel 2.3 Standarisasi <i>Wireless</i>	24
Tabel 3.1 Koneksi <i>Pin</i> Arduino	32
Tabel 4.1 Kalibrasi sensor <i>load cell</i>	47
Tabel 4.2 Hasil Kalibrasi	48
Tabel 4.3 Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	50
Tabel 4.4 Pengujian Jarak dan <i>Packet Loss Xbee Pro</i> pada <i>Outdoor</i>	52
Tabel 4.5 Pengujian Jarak dan <i>Packet Loss Xbee Pro</i> pada <i>Indoor</i>	54
Tabel 4.6 Pengujian Alat Secara Keseluruhan	59

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi yang berkembang semakin pesat telah memberikan banyak manfaat diantaranya adalah penyampaian informasi yang cepat sehingga setiap informasi dapat dipantau secara *real time* atau pada saat itu juga, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi yang akurat. *Wireless* adalah salah satu teknik komunikasi untuk menyampaikan informasi dengan menggunakan gelombang radio untuk menggantikan kabel yang menghubungkan komputer dengan jaringan, sehingga komputer dapat berkomunikasi dengan jaringan lebih efektif dan efisien serta dengan kecepatan yang memadai. Kelebihan - kelebihan inilah yang sangat mendukung pemanfaatan *wireless* sebagai media yang digunakan untuk mengakses informasi secara *real time*.

Dalam beberapa tahun terakhir teknologi komunikasi mengalami perkembangan yang sangat maju. Beberapa standar dibuat untuk memenuhi berbagai keperluan dalam penggunaannya. Salah satu protokol yang banyak digunakan yaitu dari keluarga IEEE 802.15 yang membahas tentang jaringan terbatas (*personal network*) dan salah satunya protokol IEEE 802.15.4. Protokol IEEE 802.15.4 merupakan standar protokol komunikasi untuk jaringan terbatas, kecepatan rendah dan konsumsi daya sedikit (*low-rate wireless personal area network -LR-WPAN*) (Gutierrez, 2001). Salah satu yang menggunakan protokol ini adalah teknologi jaringan sensor nirkabel (*wireless sensor network -WSN*). Protokol IEEE 802.15.4 membuat teknologi sensor nirkabel mengalami perkembangan yang pesat, baik dari segi teknologi elektromekanik, sensor hingga komunikasinya (Akyildiz, 2002). Zigbee merupakan protokol komunikasi hasil pengembangan lanjut dari standar IEEE 802.15.4. zigbee seperti juga Wi-Fi dibentuk dari aliansi beberapa perusahaan yang mengembangkan *low-rate wireless personal area network* untuk melakukan standarisasi perangkat yang dibuat agar bisa saling berkomunikasi satu dengan yang lain dengan standar yang sama yaitu *Zigbee* (Zigbee, 2017).

Seiring dengan meningkatnya jumlah manusia didunia, khususnya Indonesia, kebutuhan kendaraan dan transportasi juga semakin meningkat, terutama kendaraan pribadi. Hal ini terbukti dengan semakin banyaknya kota-kota besar di Indonesia yang mengalami permasalahan kemacetan di jalan. Banyak cara dan usaha yang dilakukan pemerintah untuk menekan angka kemacetan di jalan, namun usaha tersebut seakan sia-sia. Hal ini dikarenakan bertambahnya jumlah kendaraan tiap tahun.

Meningkatnya jumlah kendaran berdampak langsung dengan kebutuhan lahan parkir yang semakin meningkat. Hal tersebut juga berdampak pada keadaan lahan parkir swalayan atau tempat wisata yang ada di kota besar. Keterbatasan lahan yang ada mengharuskan pihak swalayan ataupun tempat wisata membuat tempat parkir dua lantai untuk menampung kendaraan para pengunjung. Penataan kendaraan yang terparkir juga harus diperhatikan, untuk menghindari kerusakan pada gedung atau hal lainnya. Sehingga dilakukan pemilahan kendaraan yang terparkir untuk menempati posisi parkir lantai atas ataupun lantai bawah sesuai beban mobil kendaraan tersebut.

Peneliti sebelumnya, Burhan Fajriansyah, Muhamad Ichwan dan Ratna Susana menganalisis tentang Evaluasi Karakteristik *Xbee Pro* dan *nRF24L01+* sebagai *Transceiver Nirkabel*. Penelitian tersebut membandingkan dua modul *transceiver* yaitu *Xbee Pro* dan *nRF24L01+*. Untuk mengetahui Modul *transceiver* manakah yang memiliki performa lebih tinggi dan lebih stabil dalam *transmisi* pengiriman data. Sehingga penulis memilih judul “Prototipe Sistem Pengaturan Beban Parkir Mobil Otomatis Menggunakan Protokol *Nirkabel IEEE 802.15.4 ZigBee*. Yaitu sebuah rancangan simulasi sederhana untuk mengarahkan mobil yang akan terparkir pada area parkir bertingkat sesuai beban mobil pengguna. Rancangan alat ini berguna untuk mengurangi kerusakan pada bangunan parkir bertingkat. Pengiriman data menggunakan *Xbee Pro* yang menggunakan protokol nirkabel IEEE 802.15.4. Sehingga nanti pengujian akan difokuskan pada sistem *transmisi* data dari *Xbee Pro* ke Aplikasi *Visual Basic* atau perangkat penerima lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diperoleh berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan :

1. Bagaimana membuat prototipe sistem pengaturan beban parkir mobil otomatis menggunakan protokol *nirkabel* IEEE 802.15.4 *ZigBee* ?
2. Bagaimana *transmisi* data dari *Xbee Pro* ke aplikasi *visual basic*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan sebuah alat prototipe yang dapat memonitoring sistem parkir mobil otomatis sesuai beban mobil dengan menggunakan protokol IEEE 802.15.4 *ZigBee*.
2. Mengetahui proses *transmisi* data atau parameter dari *XBee Pro* ke aplikasi *visual basic*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh ilmu pengetahuan tentang pembuatan alat pengaturan parkir mobil otomatis sesuai beban mobil yang akan diparkir secara *real time*.
2. Memperoleh ilmu pengetahuan tentang cara membuat aplikasi dari *visual basic* untuk memonitoring data pada prototipe sistem pengaturan parkir mobil otomatis secara *real time*.
3. Mengetahui proses transmisi data dari arduino uno ke aplikasi *visual basic*.

1.5 Batasan Masalah

Agar dalam penulisan skripsi ini dapat mencapai sasaran dan tujuan yang diharapkan, maka dalam pembahasan penelitian ini membatasi pembahasan menjadi beberapa permasalahan berikut :

1. Sensor beban yang digunakan menggunakan sensor *load cell*.

2. Tidak membahas alat elektronika secara keseluruhan, namun lebih kearah telekomunikasinya.
3. Mikrokontroler yang digunakan menggunakan arduino uno.
4. Monitoring atau *output* yang ditampilkan pada laptop menggunakan *software visual basic*.
5. Modul *wireless* yang digunakan menggunakan RF Modul *XBee Pro*
6. RF Modul *Xbee Pro* menggunakan program X-CTU.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, ruang lingkup/batasan permasalahan, tujuan penulisan, metodologi pembahasan dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka yang menguraikan pendapat-pendapat atau hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, landasan teori merupakan penjabaran dari tinjauan pustaka.

BAB 3 : METODELOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

BAB 4 : DATA DAN ANALISA

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan dan saran dari hasil yang didapat mengenai rancang bangun pengenalan sidik jari dengan menggunakan image processing.

DAFTAR PUSTAKA

KESIMPULAN

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zigbee

Menerapkan komunikasi nirkabel (*wireless communication*) dalam aplikasi mikroelektronika sudah merupakan alternatif yang sering digunakan oleh pengembang saat komunikasi dengan kabel menemukan kendala. Media yang biasa digunakan antara lain wifi, *bluetooth*, *inframerah* dan yang paling mutakhir adalah *Zigbee*.

Zigbee merupakan paduan dari kata *zig* yang berarti gerakan *zig-zag*, dan *bee* yang artinya lebah. *Zigbee* memiliki sifat komunikasi yang mirip dengan sifat komunikasi diantara para lebah yang melakukan gerakan – gerakan tak menentu dalam menyampaikan informasi adanya madu dari satu lebah ke lebah yang lain.

ZigBee adalah standar dari IEEE 802.15.4 untuk komunikasi data pada alat konsumen pribadi maupun untuk skala bisnis. *ZigBee* didesain dengan konsumsi daya yang rendah dan bekerja untuk jaringan personal tingkat rendah. Perangkat *ZigBee* biasa digunakan untuk mengendalikan sebuah alat lain maupun sebagai sebuah sensor yang *wireless*. *ZigBee* memiliki fitur dimana mampu mengatur jaringan sendiri, maupun mengatur pertukaran data pada jaringan. Kelebihan dari *ZigBee* lainnya adalah membutuhkan daya rendah, sehingga bisa digunakan sebagai alat pengatur secara *wireless* yang penginstalan hanya perlu dilakukan sekali, karena hanya dengan satu baterai dapat membuat *ZigBee* bertahan hingga setahun. Selain itu *ZigBee* juga memiliki topologi jaringan “mesh” sehingga mampu membentuk jaringan yang lebih luas dan data yang lebih diandalkan.

Teknologi tanpa kabel atau *wireless* telah mengalami berkembang yang pesat dan penggunaan teknologi ini sendiri tidak lagi asing bagi masyarakat. Teknologi *wireless* yang banyak digunakan oleh masyarakat seperti *bluetooth*, mapun wifi, karena kedua perangkat ini sudah banyak diaplikasikan pada *smartphone*, laptop, dan beberapa gadget lainnya. Namun *ZigBee* sendiri bukan lah sebuah komunikasi yang digunakan untuk pengiriman data yang besar atau *transfer rate* yang tinggi. *Bluetooth* dan wifi merupakan sebuah standart yang

bekerja untuk *transfer rate* dari tingkatan sedang hingga tinggi, sehingga cocok digunakan untuk pengiriman data yang besar. Sedangkan untuk sebuah *device transfer rate* rendah dapat kita gunakan standar *ZigBee*. *ZigBee* adalah spesifikasi untuk protocol komunikasi tingkat tinggi yang mengacu pada standart IEEE 802.15.4 yang berhubungan dengan *wireless personel area networks* (WPANs). Teknologi dari *ZigBee* sendiri dimaksudkan untuk penggunaan pengiriman data secara *wireless* yang membutuhkan *transmisi* data rendah dan juga konsumsi daya rendah, dan juga tidak lebih mahal dibandingkan dengan WPANs lain seperti *Bluetooth*. Standar *ZigBee* sendiri lebih banyak diaplikasikan kepada system tertanam (*embedded application*) seperti pengendalian industri atau pengendali alat lain secara *wireless*, data *logging*, dan juga sensor *wireless* danlain-lain. *ZigBee* memiliki *transfer rate* sekitar 250Kbps, yang lebih rendah dibandingkan dengan WPANs lain seperti *bluetooth* yang mempunyai *transfer rate* dengan 1Mbps. Sedangkan jarak atau range kerja dari *ZigBee* sendiri sekitar 76m, yang dimana jaraknya lebih jauh dibandingkan dengan *Bluetooth*. Dengan konsumsi daya yang rendah, maka sebuah alat yang menggunakan standar *ZigBee* dapat menggunakan sebuah baterai yangdapat membuat alat tersbut bertahan selama setengah sampai satu tahun. Prediksinya, bahwa semua *smart home* akan memiliki setidaknya 60 buah *ZigBee* dimana tiap *ZigBee* tersebut akan dapat saling berkomunikasi dan melakukan pekerjaan mereka secara bebas.

Beberapa karekteristik dari *ZigBee* adalah sebagai berikut :

1. Bekerja pada *Frekuensi* 2,4 GHz, 868MHz dan 915MHz, dimana ketiga rentang frekuensi ini merupakan rentang frekuensi yang gratis yaitu 2,4-2.4835 GHz, 868 – 870 MHZ, dan 902-928MHz. dan tiap lebar frekuensi tersebut dibagi menjadi 16 *channel*. Untuk frekuensi 2.4 GHz digunakan hampir diseluruh dunia, sedangkan aplikasi untuk rentang *frekuensi* 868MHz digunakan di daerah eropa, sedangkan 915 MHz digunakan pada daerah amerika utara, Austaralia dan lain-lain.
2. Mempunyai konsumsi daya yang rendah

3. Maksimum *transfer rate* untuk tiap data pada tiap lebar pita adalah sebagai berikut 250Kbps untuk 2.4GHz, 40 kbps untuk 915 MHz, dan 20Kbps untuk 868 MHz.
4. Mempunyai *Throughput* yang tinggi dan dan latency yang rendah untuk *duty cycle* yang kecil.
5. Data yang realible karena memiliki *hand-shaked protocol* untuk data transfer.
6. Mempunyai beberapa jenis topologi seperti *pear to pear*, *mesh*, dll.

Xbee adalah modul yg digunakan untuk komunikasi nirkabel menggunakan Zigbee Protokol dengan standar 802.15.4 protokol yang sudah mendukung mesh network. Adapun keunggulan utama dari protokol ini adalah :

1. Konsumsi energi yang sangat rendah. Dengan 3.6V 600mA Lithium battery dapat mencatu Xbee komunikasi nirkabel dengan jarak 1 mil selama 6 – 12 bulan.
2. Mendukung IPv6
3. Kecepatan transfer data yang bisa mencapai 230kbps.
4. *Point to multipoint* sampai 60.000 titik.



Gambar 2.1 Modul XBee Pro

(Sumber: Jurnal Heri Susanto Universitas Maritim R.A.H)

Tabel 2.1 Tabel Konfigurasi Pin RF Module ZigBee

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 (reset pulse must be at least 200 ns)
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0 / RX Signal Strength Indicator
7	PWM1	Output	PWM Output 1
8	[reserved]	-	Do Not Connected
9	DTR / SLEEP_RQ / DI8	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input 8
10	GND	-	Ground
11	AD4 / DIO4	Either	Analog Input 4 or digital I/O 4
12	CTS / DIO7	Either	Clear to Send Flow Control or digital I/O 7
13	ON / SLEEP	Output	Modul 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

ZigBee memiliki 3 cara dalam pertukaran data, yaitu:

1. Data yang dikirim periodik, maskdunya adalah data dikirim dengan waktu yang telah ditentukan, contohnya pada sensor, dimana sensor aktif, kemudian membaca data dan mengrimkannya, dan kemudian akan kembali tidak aktif (*Sleep mode*).

2. Data yang dikirim berselang waktu yang sesuai. Contohnya dapat kita lihat pada alat pendeteksi kebakaran, dimana alat tersebut hanya perlu mengirimkan data pada saat diperlukan.
3. Data dikirimkan secara berulang dengan kecepatan yang tetap. Hal ini akan sangat bergantung dengan time slot yang dialokasikan, atau biasa yang disebut GTS(*guaranteed time slot*).

Untuk menangani pertukaran yang ada , maka *ZigBee* memiliki 2 mode yang digunakan untuk menangani hal tersebut, yaitu *beacon mode* dan *non beacon mode*. Pada *Beacon mode*, pada awalnya alat yang berada pada jaringan, akan menunggu transmisi (*beacon*) dari koordinatornya yang akan dikirim secara periodic, jika pesan yang dikirimkan telah selesai, maka koordinator akan menentukan jadwal untuk mengirimkan beacon kembali, sambil menunggu itu, maka *device* tersebut dapat kembali ke sleep mode sampai jadwal yang telah ditentukan, dan koordinator juga akan masuk ke *mode sleep* sampai beacon berikutnya. Untuk menangani traffic lainnya dapat menggunakan non beacon mode. Pada *beacon mode*, *devices* yang ada akan masuk kedalam *sleep mode*, dan hanya akan *wake up* untuk data pada saat diperlukan, sehingga koordinator perlu dalam keadaan hidup terus menerus. Tiap mode penanganan yang ada memiliki kekurangan, seperti pada beacon, bahwa jika *devices* terlambat bangun dari *sleep mode* atau terlalu cepat bangun sehingga bisa saja melewatkan *signal beacon* yang disampaikan. Sehingga perlu timing yang akurat dalam penggunaannya. Sedangkan pada *non beacon*, ketika pengiriman data bisa pada saat itu koordinator sedang menerima data yang lain, sehingga data yang dikirimkan akan kelewatan oleh koordinator.

ZigBee pada awalnya didesain untuk sebuah jaringan yang kecil yang dimana mengandalakan dalam penyebaran data dari tiap device masing-masing. *ZigBee* dibuat sesuai dengan permintaan pasar yang membutuhkan sebuah jaringan yang mampu mengkonsumsi daya rendah , dengan andal dan aman. Untuk itu aliansi *ZigBee* bekerja sama dengan IEEE untk membuat sebuah jaringan yang diinginkan pasar. Contoh dari kerjasama kedua grup tersebut adalah

ZigBee software layer. Selain itu aliansi *ZigBee* juga menyediakan pengetesan terhadap dan sertifikasi terhadap alat yang menggunakan *ZigBee*. Berdasarkan *standart* dari OSI layer yang telah ada, maka stack dari *protocol ZigBee* dibuat dalam struktur layer.

Pada layer bagian MAC dan PHY dibuat oleh IEEE sedangkan sisa layer keatasnya dibuat oleh aliansi *ZigBee*. Stack protokolnya terdiri atas PHY dan MAClayer dari IEEE, *Network/Security layer* serta *Application framework* dari *ZigBee Alliance platform* serta *Application/Profiles* yang bisa berasal dari *ZigBee* atau OEM. Fitur dari *Stack Protocol Zigbee* seperti:

1. Mudah diaplikasikan dengan mikrokontroler berkapasitas rendah seperti mikrokontroler 8 bit 80C51 dari ATMEL
2. Memiliki *stack protocol* yang sangat *Compact*
3. Mendukung hingga slave yang amat sederhana sekalipun.

Tugas masing-masing bagian dari protokol *ZigBee*:

a. **Layer Aplikasi (*Application layer*)**

Merupakan bagian yang mengkoordinasikan antara kode khusus aplikasi antara driver perangkat keras dengan segala sesuatu yang diperlukan pada suatu proyek pembuatan aplikasi. Dibagian ini mencakup ZDO (*ZigBee Device Object*) berperan untuk:

1. Menentukan peranan dari perangkat ke jaringan (misal sebagai Koordinator *ZigBee* ataukah hanya perangkat akhir)
2. Melakukan inisiatif atau merespon permintaan *binding*
3. Memastikan koneksi yang aman diantara salahsatu perangkat keamanan *ZigBee* seperti *publickey*, *symmetric key*, dan lain sebagainya.

b. **Layer pendukung aplikasi (*Application Support layer*)**

Bagian terendah dari layer aplikasi yang memberikan layanan:

1. Pencarian (*Discovery*): berkemampuan mencari perangkat lain yang bekerja didalam wilayah operasi sebuah perangkat

2. *Binding*: menyatukan 2 atau lebih perangkat berdasarkan layanan masing-masing dan kebutuhannya dan juga melanjutkan pesan diantara perangkat perangkat pembatas.

c. **Layer jaringan (*Network layer*)**

1. Secara dinamis melakukan fungsi-fungsi yang berhubungan dengan jaringan seperti :
2. Secara dinamis mengatur, mengkonfigurasi jaringan serta *self healing beast*
3. Pengamatan dari titik-titik terminal
4. Melakukan fungsi routing dan keamanan

d. **MAC layer**

Menerapkan pengalamatan berdasarkan 64-bit IEEE dan pengalamatan pendek 16-bit. MAC mengkoordinasi *transceiver* untuk mengakses jalur radio bersama (*shared radio link*). Karakteristik jaringan:

1. Kemampuan jaringan maksimum bisa mencapai 264 node
2. Menggunakan pengalamatan lokal, jaringansederhana hingga 65000 (264) node dapatdibentuk

Ada tiga kategori dari perangkat:

1. *Network coordinator*
2. *Full Function Device* (FFD)
3. *Reduced Function Device* (RFD)

e. **Physical layer**

IEEE 802.15.4 mendefinisikan bahwa pada MAC terdapat 4 frame dasar yaitu:

1. *A beacon frame*, yaitu digunakan oleh coordinator untuk mengirimkan beacon
2. *A data frame*, digunakan untuk menyimpan seluruh data yang dikirimkan
3. *An acknowledgment frame*, digunakan untuk mengkonfirmasi bahwa telah sukses menerima data yang barusan dikirimkan.

4. A *MAC command frame*, digunakan untuk mengatur dan mengkonfigurasi cliennya

Jaringan dari ZigBee menggunakan 3 tipe alat yaitu:

1. The *network coordinator* yaitu alat yang utama, dimana tugasnya adalah mengkoordinasi semua bagian pada jaringan. Untuk itu pada bagian ini perlu digunakan device yang canggih dibandingkan dengan 2 lainnya, dan juga perlu memiliki memory yang besar dan kemampuan menghitung yang cepat.
2. The *full function device (FFD)*, merupakan alat yang mendukung semua fungsi yang ada pada 802.15.4 dan memiliki beberapa fitur yang spesifik. Sehingga alat ini juga dapat dimanfaatkan sebagai coordinator. Selain itu jumlah memory dan proses computing yang cepat sangat bagus dimanfaatkan sebagai router, tapi juga dapat dimanfaatkan sebagai bagian ujung sebuah jaringan dimana yang berhubung dengandunia luar.
3. The *reduced function device (RFD)* merupakan alat yang fiturnya terbatas atau sesuai dengan standart yang ada, dan biasanya harganya lebih murah. Biasanya digunakan pada ujung dari sebuah jaringan.

Integritas data dan keamanan merupakan salah satu fitur yang menguntungkan dari Teknologi ZigBee. MAC sub layer yang menyediakan keamanan tersebut, dimana mempunyai 4 hal yang digunakan untuk mengamankan data, yaitu:

1. *Access control*, bahwa setiap device memiliki list yang berisikan device yang dipercaya pada jaringan sehingga tidak setiap device langsung dapat dihubungkan.
2. Adanya enkripsi data dengan menggunakan kunci symmetric 128 bit.
3. Adanya frame sebuah data membuat tidak mudah memanipulasi data yang ada tanpa kunci cryptographic.

4. Pengecekan data secara sekuensial dimana jika data yang diterima ternyata sama atau belum di update dengan sebelumnya maka data tersebut akan ditolak.

2.2 Sensor Berat (*Load Cell*)

Load cell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital. Tingkat keakurasian timbangan bergantung dari jenis *load cell* yang dipakai. Sensor *load cell* apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi di strain gauge-nya akan berubah yang dikeluarkan melalui tiga buah kabel. Dua kabel sebagai eksitasi dan satu kabelnya lagi sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Sebuah *load cell* terdiri dari konduktor, *strain gauge*, dan *wheatstone bridge*.



Gambar 2.2 Sensor berat (*Load Cell*)

(Sumber: Jurnal Rizki Mulia Utama Jurusan Teknik Komputer AMIK GI MDP)

2.3 Arduino Uno

Jenis mikrokontroler yang saat ini banyak digunakan yaitu Arduino. Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328.

Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu mendukung mikrokontroler dan dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.(FeriDjuandi, 2011)



Gambar 2.3 Board Arduino Uno

(Sumber : Djuandi, Feri, 2011, *Pengenalan Arduino*, www.tobuku.com)

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin *input* analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai *output* digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* bisa dilihat pin digital diberi keterangan 0-13, untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 diubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16.

1. Power

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Power* ini dipilih secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan menghubungkan *jack* adaptor pada koneksi *port input supply*.

Board arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai

kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt.

Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut :

1. *Vin*

Tegangan input ke *board* arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan *supply* menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

2. 5V

Regulasi *power supply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada *board*. 5V dapat melalui *Vin* menggunakan regulator pada *board*, atau *supply* oleh USB atau *supply* regulasi 5V lainnya.

3. 3V3

Suplai 3.3 volt didapat oleh FTDI *chip* yang ada pada *board*. Arus maksimalnya adalah 50mA.

4. Pin *Ground*

Pin *ground* berfungsi sebagai jalur *ground* pada arduino.

5. Memori

ATmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

2. *Input* dan *Output*

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada tegangan 5 volt, setiap pin dapat menghasilkan atau menerima arus maksimal 40 mA dan memiliki *internal pull-up* resistor (*disconnected* oleh *default*) 20-50K Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi

sebagai berikut :

1. Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL *chip* serial.
2. *Interupt eksternal* : 2 dan 3, Pin ini dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah *interupt* pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit *output* PWM dengan fungsi *analogWrite()*.
4. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
5. LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai *HIGH*, LED hidup, ketika pin *LOW*, LED mati.

Tabel 2.2 Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7 – 12 V
Batas tegangan input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 pin untuk PWM)
Jumlah pin analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	32 Kb (ATmega 328), sekitar 0,5Kbdigunakanoleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 Kb (ATmega 328)
EEPROM	1 Kb (ATmega 328)
Clock Speed	16 z

3. Komunikasi

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware arduino menggunakan USB driver standa COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibuthkan, namun pada windows file ini diperlukan.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board arduino. RX dan TX LED di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-Serial dan koneksi USB ke komputer.

4. *Software* Arduino

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*.

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*, bahasa yang dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori didalam *board arduino*.

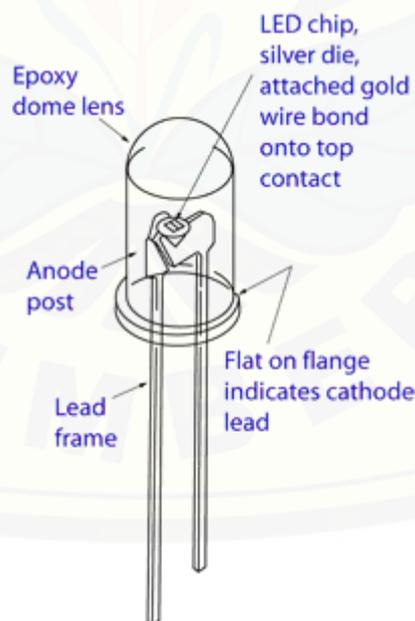
2.4 LED (*Light Emitting Diode*)

Lampu LED atau kepanjangannya *Light Emitting Diode* adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut.

Misalnya pada sebuah komputer, terdapat lampu LED power dan LED indikator untuk processor, atau dalam monitor terdapat juga lampu LED power dan power saving. Lampu LED terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah (sekitar 1.5 volt DC). Berbagai macam warna dan bentuk dari lampu LED, disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya.

LED (Light Emitting Diode) merupakan sejenis lampu yang akhir-akhir ini muncul dalam kehidupan kita. LED dulu umumnya digunakan pada gadget seperti ponsel atau PDA serta komputer. Sebagai pesaing lampu bohlam dan neon, saat ini aplikasinya mulai meluas dan bahkan bisa kita temukan pada korek api yang kita gunakan, lampu emergency dan sebagainya. Led sebagai model lampu masa depan dianggap dapat menekan pemanasan global karena efisiensinya. Lampu LED sekarang sudah digunakan untuk penerangan rumah, penerangan jalan, lalu lintas, advertising, interior.

Light Emitting Diode (LED) merupakan jenis dioda semikonduktor yang dapat mengeluarkan energi cahaya ketika diberikan tegangan.



Gambar 2.4 Struktur Dasar LED

(sumber: *Light Emitting Diode* marktechopto.com)

Semikonduktor merupakan material yang dapat menghantarkan arus listrik, meskipun tidak sebaik konduktor listrik. Semikonduktor umumnya dibuat dari konduktor lemah yang diberi ‘pengotor’ berupa material lain. Dalam LED digunakan konduktor dengan gabungan unsur logam aluminium-gallium-arsenit (AlGaAs). Konduktor AlGaAs murni tidak memiliki pasangan elektron bebas sehingga tidak dapat mengalirkan arus listrik. Oleh karena itu dilakukan proses *doping* dengan menambahkan elektron bebas untuk mengganggu keseimbangan konduktor tersebut, sehingga material yang ada menjadi semakin konduktif.

2.5 Modul HX711

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroler melalui TTL232.

Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.



Gambar 2.5 Modul HX711

(Sumber: Tutorial HX711 Load Cell Amplifier menggunakan Arduino www.sfelectronics.com)

2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Sensor bisa digunakan untuk mengukur jarak suatu benda dari 2cm -

4m dengan akurasi 3mm. Sensor memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.

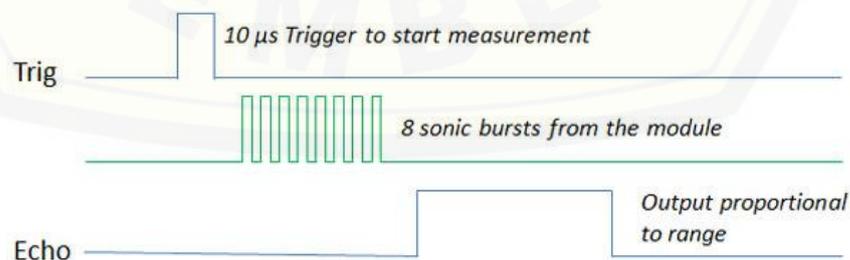


Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

(Sumber: Sensor-Ultrasonik www.elangsakti.com)

Cara menggunakan sensor ultrasonic HC-SR04 ini yaitu ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10 μ S, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut. Rumus untuk menghitungnya sudah saya sampaikan di atas.

Berikut adalah visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04



Gambar 2.7 Sistem Pewaktu Pada Sensor HC-SR04

(Sumber: Sensor-Ultrasonik www.elangsakti.com)

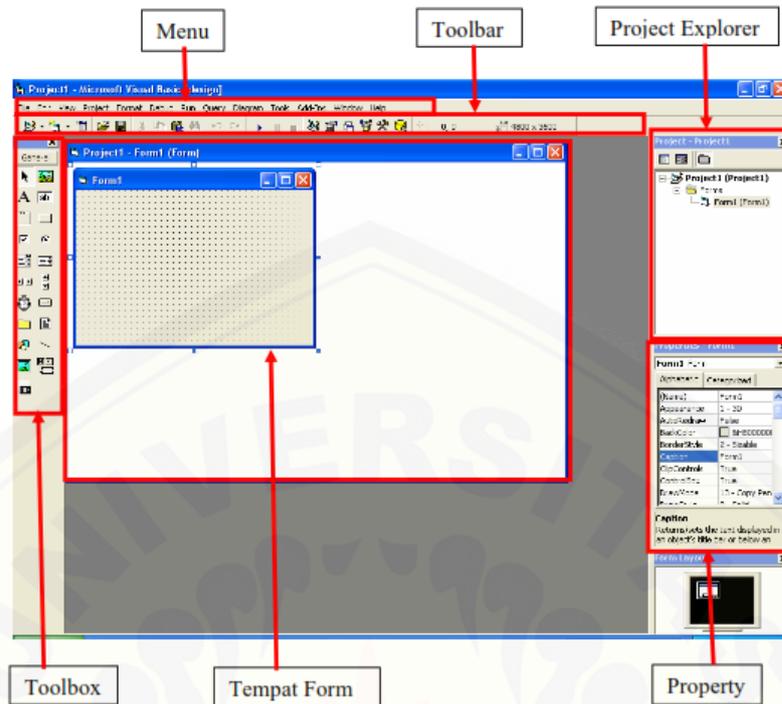
2.7 Visual Basic

Bahasa *Basic* pada dasarnya adalah bahasa yang mudah dimengerti sehingga pemrograman di dalam bahasa *Basic* dapat dengan mudah dilakukan meskipun oleh orang yang baru belajar membuat program. Hal ini lebih mudah lagi setelah hadirnya *Microsoft Visual Basic*, yang dibangun dari ide untuk membuat bahasa yang sederhana dan mudah dalam pembuatan scriptnya (*simple scripting language*) untuk graphic user interface yang dikembangkan dalam sistem operasi *Microsoft Windows*. (Achmad Basuki, 2006)

Visual Basic merupakan bahasa pemrograman yang sangat mudah dipelajari, dengan teknik pemrograman visual yang memungkinkan penggunanya untuk berkreasi lebih baik dalam menghasilkan suatu program aplikasi. Ini terlihat dari dasar pembuatan dalam *visual basic* adalah FORM, dimana pengguna dapat mengatur tampilan form kemudian dijalankan dalam script yang sangat mudah.

Ledakan pemakaian *Visual Basic* ditandai dengan kemampuan *Visual Basic* untuk dapat berinteraksi dengan aplikasi lain di dalam sistem operasi *Windows* dengan komponen *ActiveX Control*. Dengan komponen ini memungkinkan pengguna untuk memanggil dan menggunakan semua model data yang ada di dalam sistem operasi windows. Hal ini juga ditunjang dengan teknik pemrograman di dalam *Visual Basic* yang mengadopsi dua macam jenis pemrograman yaitu Pemrograman Visual dan *Object Oriented Programming* (OOP).

Visual Basic 6.0 sebetulnya perkembangan dari versi sebelumnya dengan beberapa penambahan komponen yang sedang tren saat ini, seperti kemampuan pemrograman internet dengan DHTML (*Dynamic HyperText Mark Language*), dan beberapa penambahan fitur database dan multimedia yang semakin baik. Sampai saat buku ini ditulis bisa dikatakan bahwa *Visual Basic 6.0* masih merupakan pilih pertama di dalam membuat program aplikasi yang ada di pasar perangkat lunak nasional. Hal ini disebabkan oleh kemudahan dalam melakukan proses *development* dari aplikasi yang dibuat.



Gambar 2.8 Interface antar muka Visual Basic 6.0

(Sumber: Basuki, Achmad. 2006. *Algoritma Pemrograman 2 menggunakan Visual Basic 6.0*)

Pembuatan program aplikasi menggunakan *Visual Basic* dilakukan dengan membuat tampilan aplikasi pada form, kemudian diberi script program di dalam komponen-komponen yang diperlukan. Form disusun oleh komponen-komponen yang berada di *Toolbox* dan setiap komponen yang dipakai harus diatur propertinya lewat jendela *Property*.

Menu pada dasarnya adalah operasional standar di dalam sistem operasi windows, seperti membuat form baru, membuat project baru, membuka project dan menyimpan project. Di samping itu terdapat fasilitas-fasilitas pemakaian *visual basic* pada menu. Untuk lebih jelasnya *Visual Basic* menyediakan bantuan yang sangat lengkap dan detail dalam MSDN.

Konsep dasar pemrograman *Visual Basic* 6.0, adalah pembuatan form dengan mengikuti aturan pemrograman Property, Metode dan Event. Hal ini berarti:

- 1) **Property:** Setiap komponen di dalam pemrograman *Visual Basic* dapat diatur propertinya sesuai dengan kebutuhan aplikasi. *Property* yang tidak boleh dilupakan pada setiap komponen adalah “Name”, yang berarti nama *variable* (komponen) yang akan digunakan dalam scripting. Properti “Name” ini hanya bisa diatur melalui jendela *Property*, sedangkan nilai peroperti yang lain bias diatur melalui script seperti

```
Command1.Caption="Play"
```

```
Text1.Text="Visual Basic"
```

```
Label1.Visible=False
```

```
Timer1.Enable=True
```

- 2) **Metode:** Bahwa jalannya program dapat diatur sesuai aplikasi dengan menggunakan metode pemrograman yang diatur sebagai aksi dari setiap komponen. Metode inilah tempat untuk mengekspresikan logika pemrograman dari pembuatan suatu prgram aplikasi.
- 3) **Event:** Setiap komponen dapat beraksi melalui event, seperti *event click* pada *command button* yang tertulis dalam layar *script Command1_Click*, atau *event Mouse Down* pada *picture* yang tertulis dengan *Picture1_MouseDown*. Pengaturan event dalam setiap komponen yang akan menjalankan semua metode yang dibuat.

2.8 Wireless

Teknologi *wireless*, memungkinkan satu atau lebih peralatan untuk berkomunikasi tanpa koneksi fisik, yaitu tanpa membutuhkan jaringan atau peralatan kabel. Teknologi *wireless* menggunakan transmisi frekuensi radio sebagai alat untuk mengirimkan data, sedangkan teknologi kabel menggunakan kabel. Teknologi *wireless* berkisar dari sistem kompleks seperti *Wireless Local Area Network (WLAN)* dan telepon selular hingga peralatan sederhana seperti *headpHone wireless*, *micropHone wireless* dan peralatan lain yang tidak memproses atau menyimpan informasi. *Wireless Local Area Network (WLAN)* adalah hubungan antara komputer yang satu dengan komputer dan/atau *peripHeral* lainnya dengan mempergunakan sedikit kabel. Jaringan computer

tersebut mempergunakan gelombang radio sebagai media transmisi datanya. Informasi (data) ditransfer dari satu komputer ke komputer lain menggunakan gelombang radio. *WLAN* sering disebut sebagai Jaringan Nirkabel atau Jaringan *Wireless*. Disini juga termasuk peralatan infra merah seperti *remote control*, *keyboard* dan *mouse komputer wireless*, dan *headset stereo hi-fi wireless*, semuanya membutuhkan garis pandang langsung antara *transmitter* dan *receiver* untuk membuat hubungan (Janner Simarmata, 2014).

Karena Jaringan *Wireless* mempergunakan frekuensi, maka frekuensi yang dialokasikan diberi standarisasi pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.3 Standarisasi *Wireless*

Standard	Frequencies	Spectrum Type
UMTS over W-CDMA	850 MHz, 1.9, 1.9/2.1, and 1.7/2.1 GHz	Licensed (Cellular/PCS/3G/AWS)
UMTS-TDD	450, 850 MHz, 1.9, 2, 2.5, and 3.5 GHz ^[4] 2 GHz	Licensed (Cellular, 3G TDD, BRS/IMT-ext, FWA) Unlicensed (see note)
CDMA2000 (inc. EV-DO, 1xRTT)	450, 850, 900 MHz 1.7, 1.8, 1.9, and 2.1 GHz	Licensed (Cellular/PCS/3G/AWS)
EDGE/GPRS	850 MHz 900 MHz 1.8 GHz 1.9 GHz	Licensed (Cellular/PCS/PCN)
iBurst	1.8, 1.9 and 2.1 GHz	Licensed
Flash-OFDM	450 and 870 MHz	Licensed
802.16e	2.3, 2.5, 3.5, 3.7 and 5.8 GHz	Licensed
802.11a	5.25, 5.6 and 5.8 GHz	Unlicensed 802.11a and ISM
802.11b/g/n	2.4 GHz	Unlicensed ISM
Bluetooth	2.4 GHz	Unlicensed ISM
Wibree	2.4 GHz	Unlicensed ISM
ZigBee	868 MHz, 915 MHz, 2.4 GHz	Unlicensed ISM
Wireless USB, UWB	3.1 to 10.6 GHz	Unlicensed Ultrawideband
EnOcean*	868.3 MHz	Unlicensed ISM

(Sumber: Feddy Tukhib, 2010. Menapak jejak wireless untuk anak bangsa)

Sedangkan untuk standarisasi *Wireless LAN*, sebagai berikut :

a. 802.11a

Dibuat pada tahun 1999. Menggunakan frekuensi 5GHz, dan kecepatan transfer data teoritis maksimal 300 Mbps. Kini 802.11a mengalami perubahan teknologi secara revolusioner dengan kecepatan transfer data teoritis maksimal 150 Mbps juga mengalami peningkatan

jangkauan sampai dengan 50 Km (bias dilakukan dengan memanfaatkan peralatan *wireless* tertentu)

b. 802.11b

Dibuat pada tahun 1999. Menggunakan frekuensi 2.4 GHz, dan kecepatan transfer data teoritis maksimal 11 Mbps.

c. 802.11g

Dibuat pada tahun 2003. Menggunakan frekuensi 2.4 Ghz, dan kecepatan transfer data teoritis maksimal 108 Mbps.

d. 802.11n

Ditujukan untuk WLAN dengan kecepatan tranfer data teoritis maksimal 450 Mbps dengan teknologi 3T3R. Di pasar dapat dijumpai dengan merek dagang MIMO atau Pre-802.11n.

2.9 Parameter-parameter QoS

Quality of Service (QoS) didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. Pada jaringan berbasis IP, IP QoS mengacu pada performansi dari paket-paket IP yang lewat melalui satu atau lebih jaringan. QoS didesain untuk membantu end user menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa end user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda.

Parameter-parameter performansi dari jaringan IP adalah:

1. **Delay**, didefinisikan sebagai total waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya. Delay di dalam jaringan dapat digolongkan sebagai berikut *delay processing, delay packetization, delay serialization, delay jitter buffer dan delay network*
2. **Packet loss**, adalah perbandingan seluruh paket IP yang hilang dengan

seluruh paket IP yang dikirimkan antara pada *source* dan *destination*. Salah satu penyebab *paket loss* adalah antrian yang melebihi kapasitas *buffer* pada setiap node.

Beberapa penyebab terjadinya paket loss yaitu:

1. *Congestion*, disebabkan terjadinya antrian yang berlebihan dalam jaringan
2. *Node* yang bekerja melebihi kapasitas buffer
3. *Memory* yang terbatas pada node
4. *Policing* atau kontrol terhadap jaringan untuk memastikan bahwa jumlah trafik yang mengalir sesuai dengan besarnya bandwidth. Jika besarnya trafik yang mengalir didalam jaringan melebihi dari kapasitas bandwidth yang ada maka policing control akan membuang kelebihan trafik yang ada.

2.10 Duplex

Duplex Sebuah sistem komunikasi adalah sistem *point-to-point* terdiri dari dua pihak terkait atau perangkat yang dapat berkomunikasi satu sama lain di kedua arah. Diterjemahkan secara harfiah, “*duplex*” berarti “dua jalur”; Dengan demikian, sistem dupleks memiliki dua jalur yang jelas, dengan masing-masing jalur membawa informasi hanya satu arah – A ke B lebih satu jalur, dan B ke A atas yang lainnya. Ada dua jenis sistem komunikasi duplex: *full-duplex* dan *half-duplex*. Dalam sistem *full duplex*, kedua belah pihak dapat berkomunikasi dengan yang lain secara bersamaan. Contoh dari perangkat *full-duplex* adalah telepon; pihak di kedua ujung panggilan dapat berbicara dan didengar oleh pihak lain secara bersamaan.

Dalam sistem *half-duplex*, masih ada dua yang jelas jalur / saluran, dan masing-masing pihak dapat berkomunikasi dengan yang lain, tetapi tidak secara bersamaan. Contoh dari perangkat setengah-duplex adalah *walkie-talkie* radio dua arah yang memiliki “*push-to-talk*” tombol; ketika pengguna lokal ingin berbicara dengan remote orang yang mereka menekan tombol ini, yang ternyata pada

pemancar tapi mematikan penerima, sehingga mereka tidak dapat mendengar orang jauh. Untuk mendengarkan orang lain yang mereka lepaskan tombol, yang menyalakan penerima tapi mematikan pemancar.

Sistem duplex bekerja di banyak jaringan komunikasi, baik untuk memungkinkan komunikasi “dua arah jalan” antara dua pihak terkait atau untuk memberikan “*reverse path*” untuk pemantauan dan penyesuaian jarak jauh peralatan di lapangan. Sistem yang tidak perlu kemampuan duplex bukan dapat menggunakan komunikasi simpleks, di mana satu perangkat mentransmisikan dan yang lain hanya bisa mendengarkan. Contoh disiarkan radio dan televisi, pembuka pintu garasi, monitor bayi, mikrofon nirkabel, dan kamera pengintai. Dalam perangkat ini komunikasi hanya dalam satu arah.

A. Half-duplex

Sebuah ilustrasi sederhana dari sistem komunikasi *half-duplex* Setengah-duplex (HDX) sistem menyediakan komunikasi dua arah, tetapi hanya satu arah pada satu waktu (tidak bersamaan). Biasanya, setelah pesta mulai menerima sinyal, ia harus menunggu pemancar untuk menghentikan transmisi, sebelum menjawab. Contoh dari sistem setengah-duplex adalah sistem dua-partai seperti *walkie-talkie*, dimana seseorang harus menggunakan “*Over*” atau kata kunci lain yang ditunjuk sebelumnya untuk menunjukkan akhir transmisi, dan memastikan bahwa hanya satu pihak mengirimkan pada suatu waktu, karena kedua belah pihak mengirim dan menerima pada frekuensi yang sama.

Sebuah analogi yang baik untuk sistem setengah-duplex akan menjadi jalan satu jalur dengan pengendali lalu lintas di setiap akhir, seperti jembatan dua jalur bawah rekonstruksi. Lalu lintas dapat mengalir di kedua arah, tetapi hanya satu arah pada satu waktu, diatur oleh pengendali lalu lintas. Sistem *Half-duplex* biasanya digunakan untuk menghemat bandwidth, karena hanya saluran komunikasi tunggal yang dibutuhkan, yang dibagi secara bergantian antara dua arah.

Dalam sistem komunikasi secara otomatis menjalankan, seperti dua arah data link, alokasi waktu untuk komunikasi dalam sistem setengah-duplex dapat dikendalikan secara ketat oleh perangkat keras. Dengan demikian, tidak ada limbah dari saluran untuk switching. Misalnya, stasiun A pada salah satu ujung data link dapat diizinkan untuk mengirimkan untuk tepat satu detik, maka stasiun B di ujung lain bisa diizinkan untuk mengirimkan untuk tepat satu detik, dan kemudian mengulangi siklus.

B. Full-duplex

Sebuah ilustrasi sederhana dari sistem komunikasi *full-duplex*. *Full-duplex* tidak umum di radio genggam seperti yang ditunjukkan di sini karena biaya dan kompleksitas metode dupleks umum, namun digunakan dalam telepon, handphone, dan telepon nirkabel. Sebuah *full-duplex* (FDX) sistem, atau kadang-kadang disebut *double-duplex*, memungkinkan komunikasi dua arah, dan, tidak seperti setengah-duplex, memungkinkan hal ini terjadi secara bersamaan.

Jaringan telepon tanah-line *full-duplex*, karena mereka memungkinkan kedua penelepon untuk berbicara dan didengar pada saat yang sama, dengan transisi 4-2 kawat yang dicapai oleh kumparan hybrid di hibrida telepon. Sebuah analogi yang baik untuk sistem *full-duplex* akan menjadi jalan dua jalur dengan satu lajur untuk masing-masing arah. Dalam modus *full-duplex*, data yang dikirimkan tidak muncul untuk dikirim sampai telah benar-benar diterima dan pengakuan dikirim kembali oleh pihak lain.

Radio dua arah dapat dirancang sebagai sistem *full-duplex*, transmisi pada satu frekuensi dan menerima yang lain. Hal ini juga disebut *frekuensi-division duplex*. Sistem duplex frekuensi divisi dapat diperpanjang untuk jarak jauh dengan menggunakan pasang stasiun *repeater* sederhana, karena komunikasi ditransmisikan pada satu *frekuensi* selalu bepergian ke arah yang sama.

Full-duplex koneksi Ethernet bekerja dengan memanfaatkan simultan dari dua pasang fisik kabel twisted (yang berada di dalam jaket), di mana satu pasangan digunakan untuk menerima paket dan satu pasang digunakan untuk mengirimkan paket (dua pasang per arah untuk beberapa jenis Ethernet), ke perangkat yang terhubung langsung. Hal ini secara efektif membuat kabel sendiri lingkungan bebas tabrakan dan menggandakan kapasitas data maksimum yang dapat didukung oleh koneksi.

Ada beberapa keuntungan menggunakan *full-duplex* lebih dari setengah-duplex.

Pertama, waktu tidak terbuang, karena tidak ada frame harus ditransmisikan ulang, karena tidak ada tabrakan.

Kedua, kapasitas data yang lengkap tersedia di kedua arah karena mengirim dan menerima fungsi dipisahkan.

Ketiga, stasiun (atau node) tidak harus menunggu sampai orang lain menyelesaikan transmisi mereka, karena hanya ada satu pemancar untuk setiap twisted pair.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan beberapa hal pokok yaitu parameter atau obyek penelitian, cara pengamatan variabel dan parameter, tempat dan waktu penelitian, langkah-langkah dalam pengumpulan data dan manajemen penelitian di lapangan, pengolahan data serta analisis data yang dipakai. Semuanya di jelaskan secara cermat dan jelas. Adapun uraian dari metode penelitian studi analisis ini sebagai berikut.

3.1. Waktu dan Tempat

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari 2018 sampai bulan April 2018 di ruang laboratorium telkom dan terapan.

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

Software

- *Software Arduino*
- *Software Visual Basic*
- *Software X-CTU*

Hardware

- *Komputer/laptop*
- *Breadboard*
- *Power bank*
- *Arduino Uno*
- *XBee Pro S2C ZigBee*
- *LED*

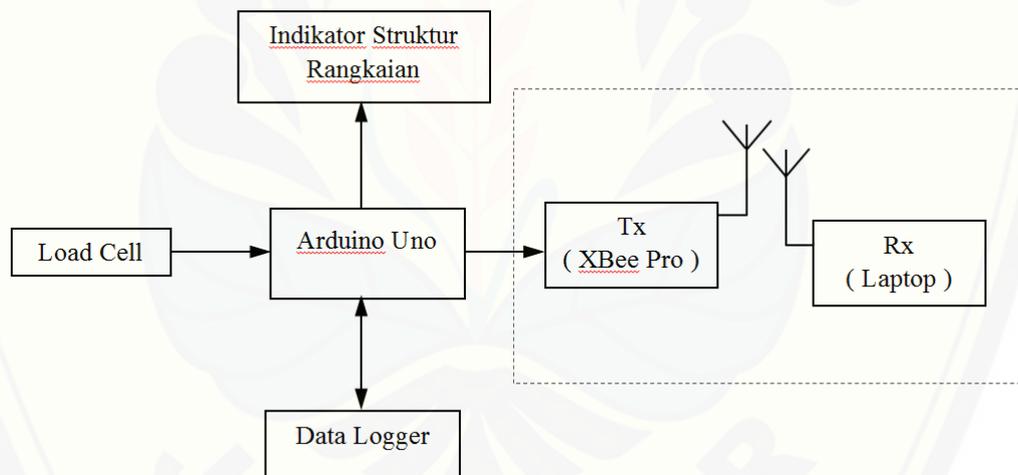
- Sensor *Load Cell*
- Kabel Jumper
- Sensor Ultrasonik HC-SR04

3.3. Perancangan Alat

3.3.1 Blok Diagram Alat

Dalam suatu perancangan dibutuhkan blok diagram alat yang akan dibuat, hal ini dimaksudkan agar suatu perancangan memiliki tahap-tahap yang skematis dalam pembangunannya. Maka dari itu penulis merancang blok diagram alat yang akan dibuat agar hasil yang diperoleh sesuai yang diharapkan.

Berikut merupakan blok diagram alat yang akan dirancang :



Gambar 3.1 Blok diagram sistem pengaturan beban parkir otomatis secara *real time*

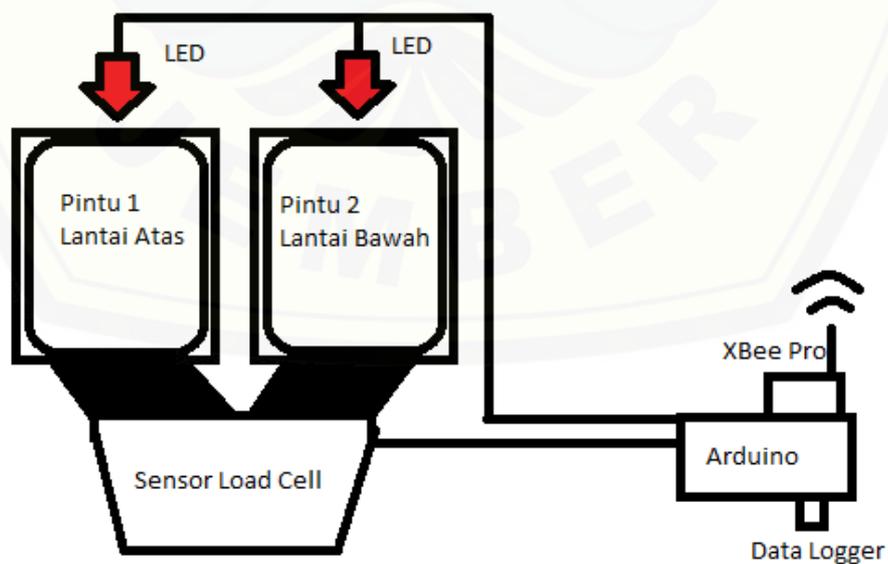
Pada blok diagram 3.1 menunjukkan bahwa proses dimulai dari sensor *load cell*. Sensor *load cell* merupakan sensor yang berfungsi untuk menghitung beban mobil yang akan memasuki area parkir. Kemudian data dari *load cell* tersebut dikirim ke mikrokontroler (arduino uno) untuk diproses kemudian disimpan di data logger. Dan secara bersamaan juga lampu LED pada pintu parkir akan

menyala untuk menunjukkan tempat parkir mana yang sesuai dengan beban mobil yang mereka kendarai.

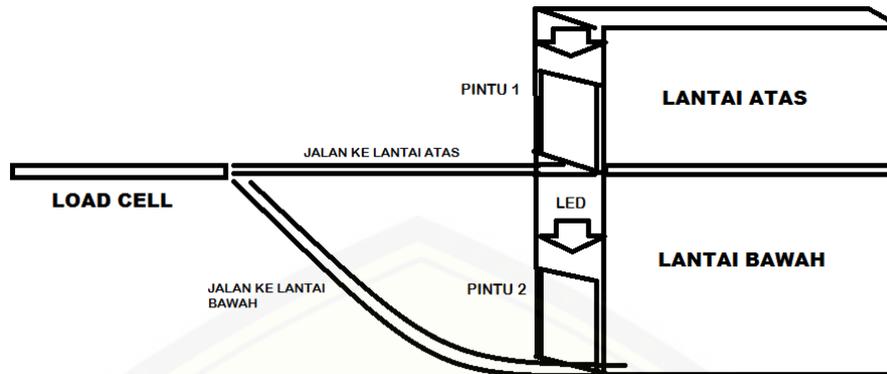
Tabel 3.1. Koneksi *Pin* Arduino

No	<i>Pin</i> Arduino	<i>Pin In/Out</i>
1	<i>Pin</i> A0	<i>Pin</i> 2 DT (HX711)
2	<i>Pin</i> A1	<i>Pin</i> 3 SCK (HX711)
3	<i>Pin</i> 12	<i>Pin</i> 2 TRIG (<i>Ultrasonic</i> HC-SR04)
4	<i>Pin</i> 13	<i>Pin</i> 3 ECHO (<i>Ultrasonic</i> HC-SR04)
5	<i>Pin</i> 0 (<i>Rx</i>)	<i>Pin</i> 2 <i>Tx</i> (<i>Xbee Pro</i>)
6	<i>Pin</i> 1 (<i>Tx</i>)	<i>Pin</i> 3 <i>Rx</i> (<i>Xbee Pro</i>)
6	<i>Pin</i> 8	LED 1
7	<i>Pin</i> 9	LED 2
9	<i>Pin</i> 10	LED 3

3.3.2 Rancangan Mekanik



Gambar 3.2. Rancangan Mekanik alat pengaturan beban parkir otomatis

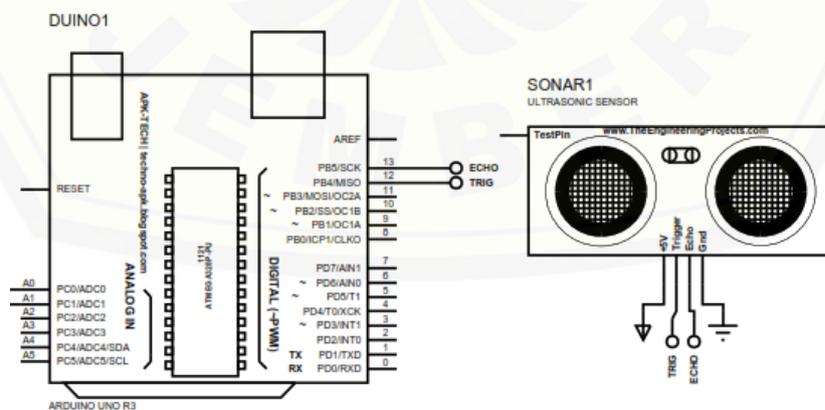


Gambar 3.3. Rancangan alat pada gedung bertingkat

Pada rancangan mekanik ini meliputi rangkaian *input*, rangkaian *output*, dan *wiring xbee proo*. Rangkaian *input* berupa sensor *ultrasonic* HC-SR04 dan sensor *load cell* sedangkan pada rangkaian *output* terdiri dari driver LED.

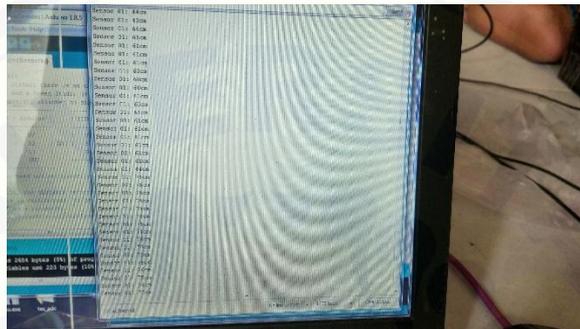
3.3.3 Perancangan Sensor

Rangkaian pada perancangan ini terdiri dari sensor *ultrasonic* HC-SR04 sebagai pendeteksi yang akan masuk dan sensor *load cell* sebagai pengukur berat yang diterima dari kendaraan. Selanjutnya akan masuk nilai dari kedua sensor tersebut akan masuk ke arduino sebagai pengolah data.

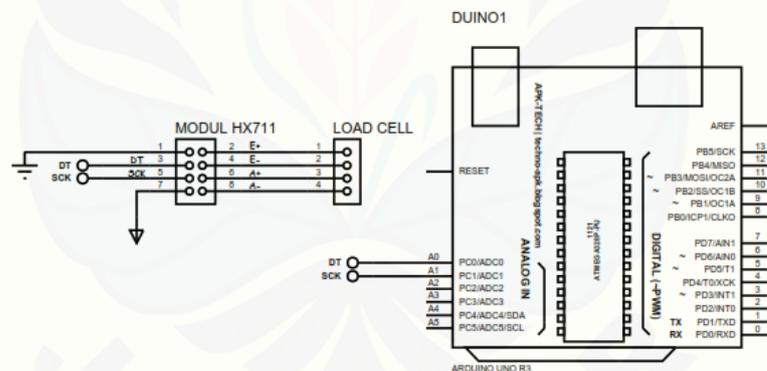


Gambar 3.4. Skema Rangkaian Sensor *Ultrasonic*

Gambar 3.4. menunjukkan rangkaian sensor pada perancangan alat ini, dimana terdapat dua sensor dan satu arduino. Pada sensor *ultrasonic* HC-SR04 terdapat empat *pin* yaitu catu daya (*Vcc*), *triger*, *echo*, dan *ground* (GND) yang akan dihubungkan ke arduino melalui *pin* 12 untuk *triger* dan *pin* 13 untuk *echo*. *Output* sensor *ultrasonic* HC-SR04 sudah berupa digital sehingga sudah terkalibrasi sesuai dengan *library* yang sudah disediakan.



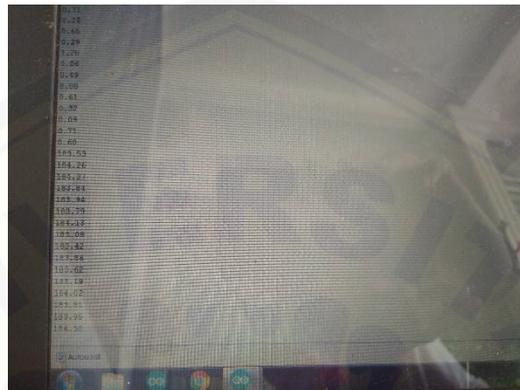
Gambar 3.5. Sampling Data Sensor *Ultrasonic* HC-SR04



Gambar 3.6. Skema Rangkaian Sensor *Load Cell*

Pada sensor *load cell* mempunyai empat *pin* yaitu E+, E-, A+, dan A-. Sistem kerja sensor *load cell* ini dengan cara mengubah nilai beda resistansi ketika diberikan beban menjadi tegangan, tetapi tegangan yang dihasilkan sangat kecil sehingga tidak memungkinkan untuk arduino mengolah data dari sensor *load cell*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan modul HX711 sebagai penguat tegangan yang dihasilkan sensor *load cell* kedalam bentuk sinyal yang dapat diolah oleh arduino. *Library* untuk modul ini sudah tersedia namun keluaran

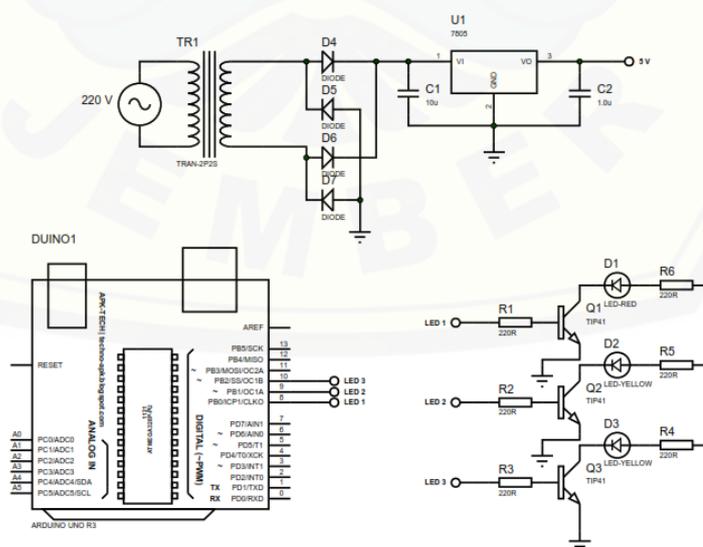
yang sudah berupa digital harus dikalibrasi terlebih dahulu untuk menghasilkan nilai yang lebih akurat. Terdapat empat *pin* dari modul ini berupa catu daya (Vcc), DT, SCK, dan *ground* (GND) yang akan dihubungkan pada arduino melalui *pin* A0 untuk DT dan *pin* A1 untuk SCK.



Gambar 3.7. Sampling Data Sensor *Load Cell*

3.3.4 Perancangan *Output*

Rangkaian *output* berupa tiga LED yang berfungsi sebagai indikator atau keluaran hasil dari pengolahan *input* pada arduino.



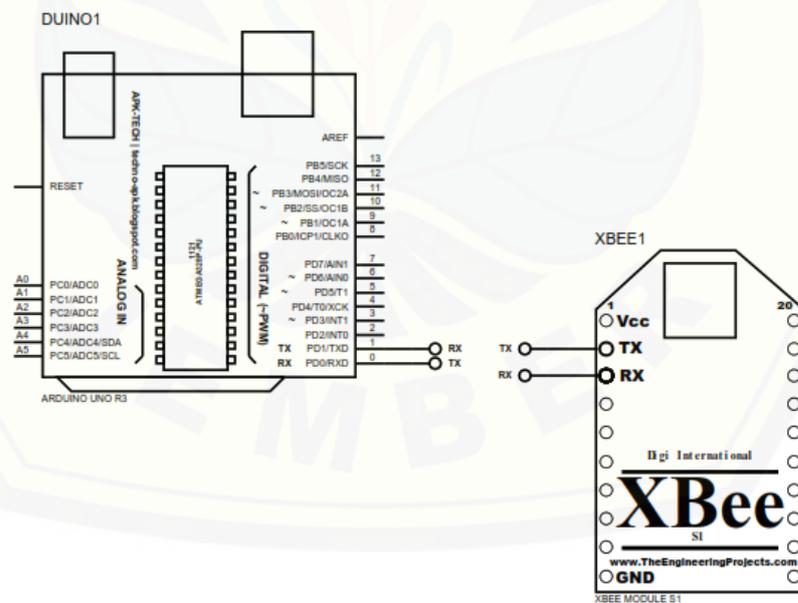
Gambar 3.8. Rangkaian *Output*

Untuk mengurangi konsumsi daya yang harus dikeluarkan oleh arduino diperlukan rangkaian pengendali LED yang berupa transistor TIP41 dan rangkaian catu daya dengan menggunakan ic 7805 dengan keluaran tegangan sebesar 5 Volt. Pada *pin basis* ketiga transistor akan dihubungkan dengan *pin* arduino masing-masing *pin* 8, *pin* 9, dan *pin* 10. Pada *pin collector* ketiga transistor akan dihubungkan dengan LED. Resistor pada rangkaian tersebut berfungsi sebagai menahan arus yang berlebih atau bisa disebut sebagai pembatas arus.

3.3.5 Perancangan Xbee Pro

a) Rangkaian Pengirim

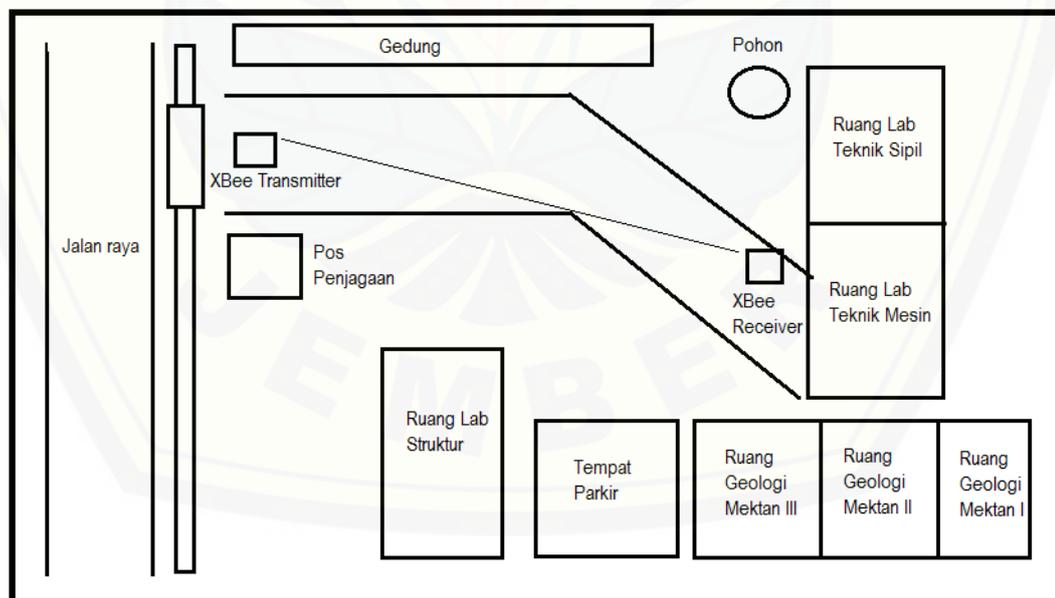
Rangkaian pengirim yaitu *wiring xbee pro* dihubungkan dengan arduino sebagai pengolah data.



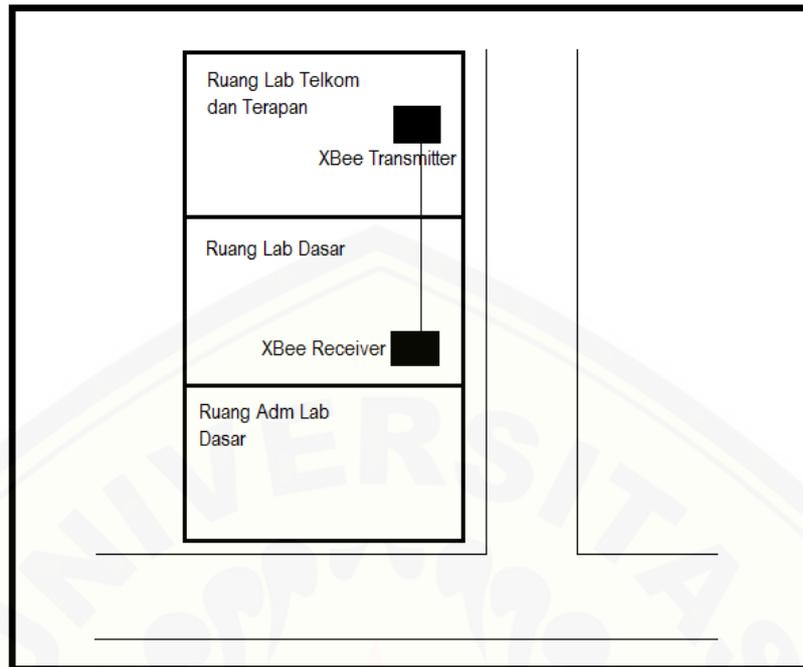
Gambar 3.9. Rangkaian Pengirim Xbee Pro

Gambar 3.6. menunjukkan *wiring xbee pro* dengan arduino. Data yang sudah diolah oleh arduino akan dikirim oleh *xbee pro* yang terhubung ke arduino sebagai pengirim data. Pada *xbee pro* terdapat 20 *pin* tetapi hanya membutuhkan empat *pin* yaitu *pin* 1 berupa catu daya (Vcc) 3.7 Volt, *pin* 2 berupa *transmitter*, *pin* 3 sebagai *receiver*, dan *pin* 10 berupa *ground* (GND). *Pin* 2 pada *xbee pro* dihubungkan dengan *pin* 0 pada arduino untuk *pin* 3 pada *xbee pro* dihubungkan dengan *pin* 1 pada arduino. *Wiring* ini berfungsi untuk berkomunikasi antara *xbee pro* dengan arduino melalui komunikasi serial.

Proses pengambilan data pada saat *xbee pro* melakukan sebuah pengiriman data akan dilakukan di luar ruangan (*outdoor*) dan di dalam ruangan (*indoor*). Lokasi pengambilan data, ketika *indoor* dilakukan didalam ruang Laboratorium telkom dan terapan. *Xbee Transmitter* berada di Laboratorium Telkom mengirimkan data ke *Xbee Receiver* berada di ruang laboratorium dasar. Sedangkan untuk *outdoor* pengambilan data dilakukan di halaman depan laboratorium teknik mesin sampai pintu masuk.



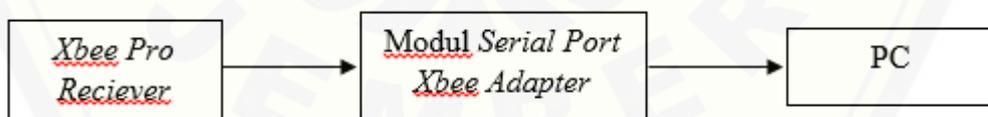
Gambar 3.10. Rancangan Pengambilan Data *XBee Pro* saat diluar Ruangan (*Outdoor*)



Gambar 3.11. Rancangan Pengambilan Data *XBee Pro* di Dalam Ruangan (Indoor)

b) Rangkaian Penerima Data

Konfigurasi penerima data pada sistem ini dengan menghubungkan *xbec pro receiver* dengan PC. Untuk menghubungkan dua perangkat tersebut dibutuhkan *serial port xbee adapter module*.



Gambar 3.12. Konfigurasi Penerima Data

Modul *serial port xbee adapter* berfungsi sebagai konverter *xbec pro* dengan menggunakan USB sebagai penghubung dengan PC. Konverter ini digunakan sebagai modul untuk mengkonfigurasi parameter memenuhi penggunaan transmisi data *wireless*. Sangat mudah digunakan mengkoneksikan ke PC karena konfersi yang digunakan dalam bentuk USB.

3.3.6 Perancangan Kalibrasi Sensor

Perancangan kalibrasi sensor dilakukan untuk memperoleh nilai yang dihasilkan sensor sesuai dengan alat pengukur yang lebih akurat. Karena dalam keluaran sensor masih belum bernilai seperti dengan alat ukur sebenarnya harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan membandingkan keluaran alat ukur yang memiliki nilai keluaran yang akurat.



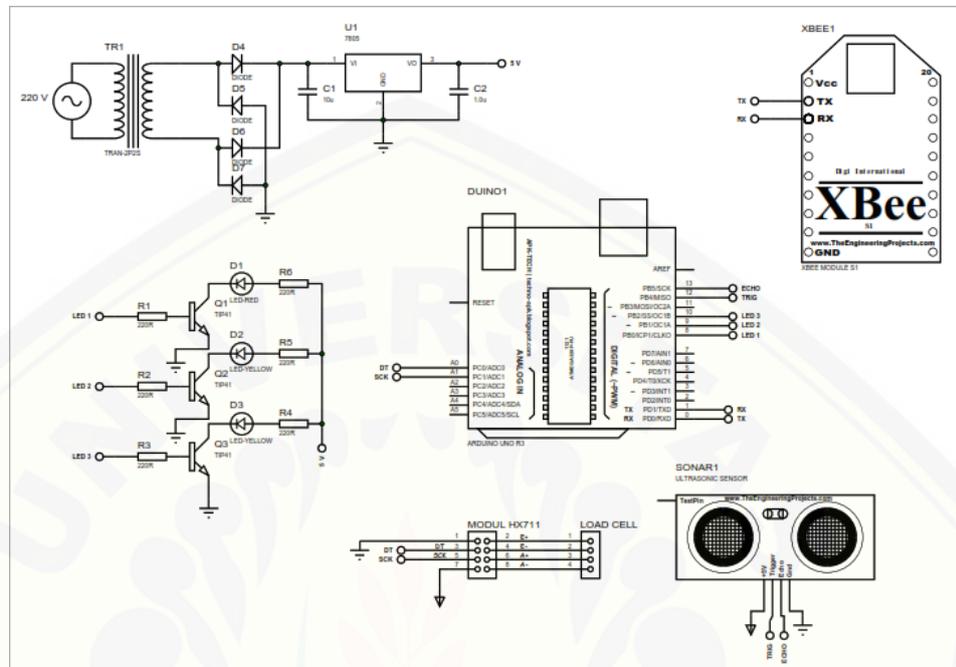
Gambar 3.13. Proses Kalibrasi

Pada proses gambar 3.13. menunjukkan proses dimana kalibrasi dilakukan. Nilai keluaran dari sensor akan dibandingkan dengan nilai alat ukur dengan sampel pengukuran sebanyak lima kali. Hasil dari kedua alat akan dikalibrasi dengan membandingkan kedua nilai tersebut dengan masing-masing sampel sebanyak lima kali menggunakan *Microsoft excel*. Data perhitungan dengan *Microsoft excel* akan ditampilkan menggunakan grafik *trendline*. Pada grafik tersebut rumus matematis kalibrasi yang dihasilkan akan dimasukkan ke dalam program sehingga nilai dari sensor akan diolah terlebih dahulu oleh arduino sebelum ditampilkan.

3.3.7 Perancangan Secara Keseluruhan

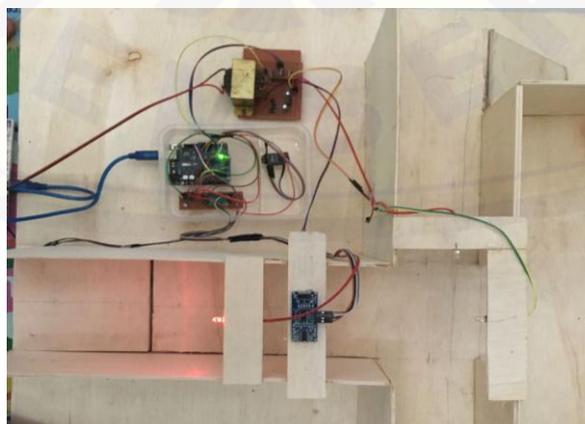
Rancangan alat secara keseluruhan dilihat pada gambar 3.9. dimana pada rangkaian tersebut terdapat arduino sebagai otak atau pengolah data dari kedua sensor yakni sensor *load cell* dan sensor *ultrasonic HC-SR04*. Setelah data diolah, arduino akan menghidupkan LED sebagai *output* sesuai dengan data yang diterima arduino. Pada saat yang sama arduino juga mengirimkan data melalui komunikasi *serial* dengan *xbee pro transmitter* sehingga data akan diterima oleh

xbee pro receiver. Data yang diterima oleh *xbee pro receiver* akan ditampilkan melalui PC dengan komunikasi *usb serial port*.



Gambar 3.14. Rangkaian Secara Keseluruhan

Penelitian ini melakukan pengujian dengan pengiriman data menggunakan topologi *peer to peer* antar unit pengirim dan penerima dari modul *xbee pro* dengan aplikasi *visual studio* pada komputer yang digunakan untuk *streaming data*.



Gambar 3.15. Perancangan Secara Keseluruhan

3.3.8 Implementasi Xbee Pro pada Sistem

Pada sistem ini, penampilan data yang sudah diolah akan dikirim melalui media udara atau jaringan nirkabel. *Transceiver* yang digunakan berupa modul *xbee pro zigBee IEEE 802.15.4*. *Transceiver* ini memiliki jangkauan jarak yang cukup luas sehingga *transceiver* jenis ini memiliki kesetabilan dan keakuratan yang tinggi untuk pengiriman data pada penerapan sistem.

Penggunaan *xbee pro* pada sistem ini dikhususkan untuk melakukan *transfer* data secara *streaming*, sehingga pada perancangan ini *xbee pro* harus dikondisikan menghindari *packet loss* yang berlebihan. *Packet loss* pada sistem ini tidak berpengaruh pada kinerja sistem pengaturan beban parkir, namun *packet loss* sangat berpengaruh pada sistem monitoring pada sistem ini. Sistem monitoring disini diterapkan untuk mengetahui kinerja sistem ini jika terdapat *error* pada sensor maupun pada keluaran sistem ini. Sehingga sangat tidak memungkinkan jika terdapat *packet loss* saat *transceiver xbee pro* melakukan pengiriman dan penerimaan data pada sistem ini.

3.3.9 Keunggulan Zigbee dengan Protokol Lain

Keunggulan *zigbee* dengan *bluetooth*

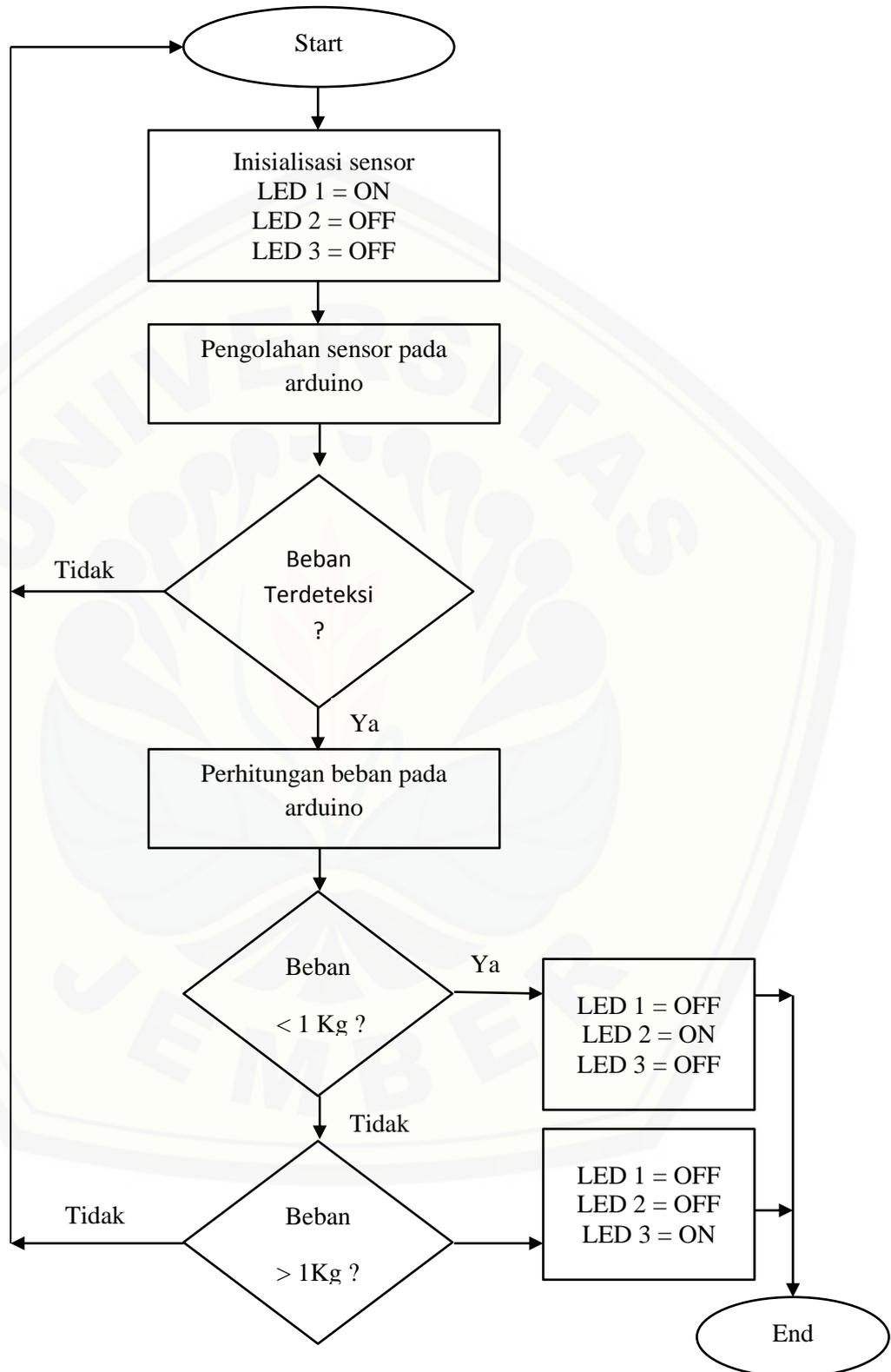
1. Jarak *zigbee* mengirim data lebih jauh. Yakni *zigbee* bisa mengirim data sampai 100 meter tanpa penghalang dan 20 meter dengan adanya penghalang dinding sedangkan *bluetooth* hanya mampu berjarak 10 meter tanpa hambatan. Dan jika ada penghalang seperti tembok atau gangguan elektromagnetis maka akan terjadi kegagalan transfer.
2. Tingkat keakuratan pengiriman lebih baik *zigbee* daripada *bluetooth*.
3. Konsumsi daya lebih rendah dibandingkan dengan *bluetooth*.
4. Pada keamanan saat pengiriman data *zigbee* jauh lebih baik daripada *bluetooth*.

5. *Zigbee* lebih modern dan lebih mutakhir jika dibandingkan dengan *bluetooth*.
6. *Zigbee* lebih unggul dalam proses pencarian penerima data (*receiver*). Karena jika dalam satu ruangan ada banyak koneksi *bluetooth* maka akan menyulitkan pengguna untuk menemukan penerima yang diharapkan.

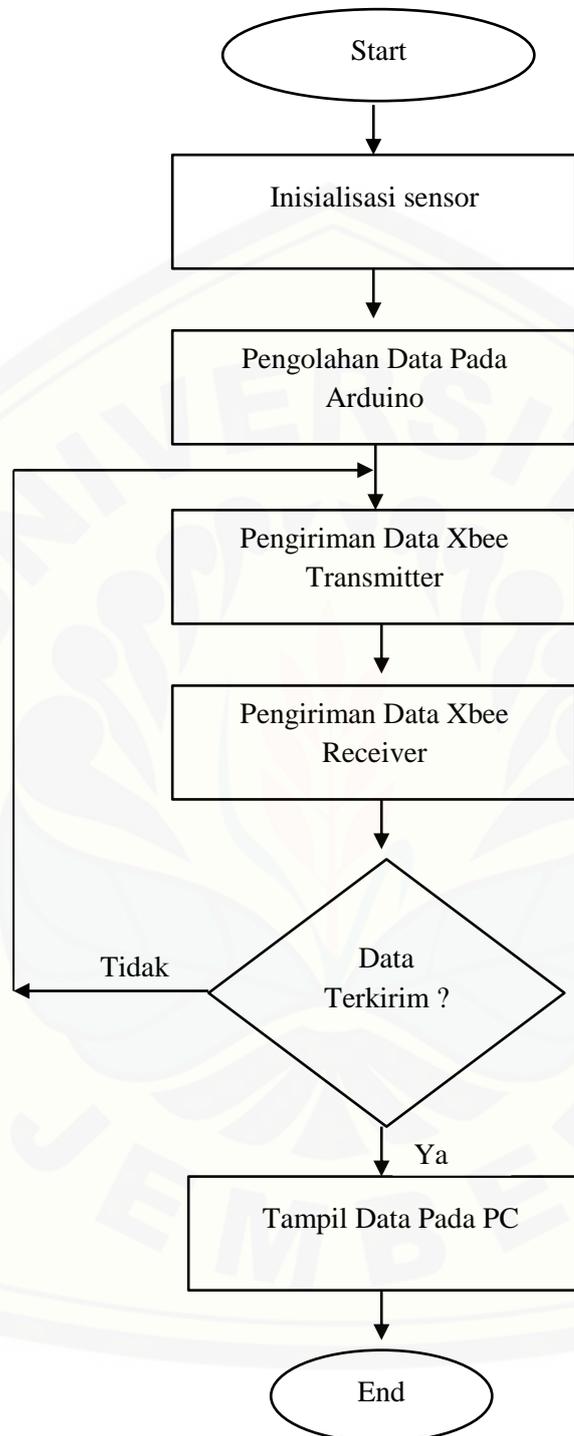
Keunggulan *zigbee* dengan wifi

1. Tingkat keamanan lebih baik *zigbee*, karna pada wifi mudah sekali di hack (penyadapan, *injection*, *jamming*, *hijacking*, *access control*, dsb)
2. Jarak koneksi *zigbee* lebih jauh jika dibandingkan dengan wifi. *Zigbee* bisa mencapai 100 meter dan wifi hanya berkisar 20-30 meter dengan jaringan stabil. Jika lebih dari itu bisa dikoneksikan namun jaringannya sedikit sekali atau mungkin tidak bisa digunakan.
3. Dalam segi kecepatan *transfer* data *zigbee* lebih baik dibandingkan dengan wifi.
4. Konsumsi daya lebih rendah jika dibandingkan dengan wifi.

3.3.10 Flow Chart Sistem



Gambar 3.16 Flow Chart Sistem

3.3.11 *Flow Chart Pengiriman Data*Gambar 3.17 *Flow Chart Pengiriman Data*

BAB 5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan sistem selanjutnya dilakukan pengujian dan analisa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Prototipe ini dihasilkan dari sensor beban *load cell* yang dikalibrasikan dan didapatkan hasil *error %* tertinggi sebesar 4.82% dan sensor ultrasonik dengan *error %* tertinggi sebesar 1.67%. Kemudian dilakukan pengiriman data menggunakan Xbee pro dengan jarak terbaik 40 meter saat *outdoor* dan 8 meter saat *indoor*. Prototipe ini terbukti akurat karna saat dilakukan percobaan, *output* berjalan dengan baik dan bisa ditampilkan pada *visual basic*.
2. Pengukuran jarak modul *xbee pro zigbee* sebagai perangkat *transceiver* berhasil mengirim dan menerima data pada *outdoor* dengan jangkauan ± 100 meter. Pada *indoor*, *xbee pro* hanya mampu mengirim dan menerima data dengan jangkauan ± 20 meter. Kestabilan *xbee pro* sebagai *transceiver* tanpa adanya *packet loss*, pada *outdoor* dengan jangkauan ± 40 meter dan pada *indoor* dengan jangkauan ± 8 meter. Perbedaan jangkauan pada *outdoor* dan *indoor* dikarenakan jenis penghalang yang menghalangi *xbee pro* sebagai perangkat *transceiver* nirkabel. Pada dasarnya perangkat *transceiver* ini berkomunikasi pada media udara, sehingga jenis penghalang sangat mempengaruhi kinerja dari perangkat *xbee pro* ini.

5.2. Saran

Setelah melakukan penelitian mengenai rancang bangun prototipe sistem pengaturan beban parker mobil otomatis menggunakan protokol *nirkabel zigbee* IEEE 802.15.4 terdapat kekurangan atau kendala. Berikut merupakan saran untuk mengatasi kekurangan dan kendala pada pengembangan lebih lanjut.

1. Posisi *wireless xbee pro* harus direncanakan terlebih dahulu dengan memperhitungkan jangkauan dan penghalang.
2. Menggunakan sensor yang lebih bagus atau keluaran terbaru.
3. Menambah *Output* pada sistem.
4. Dapat diterapkan pada kondisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

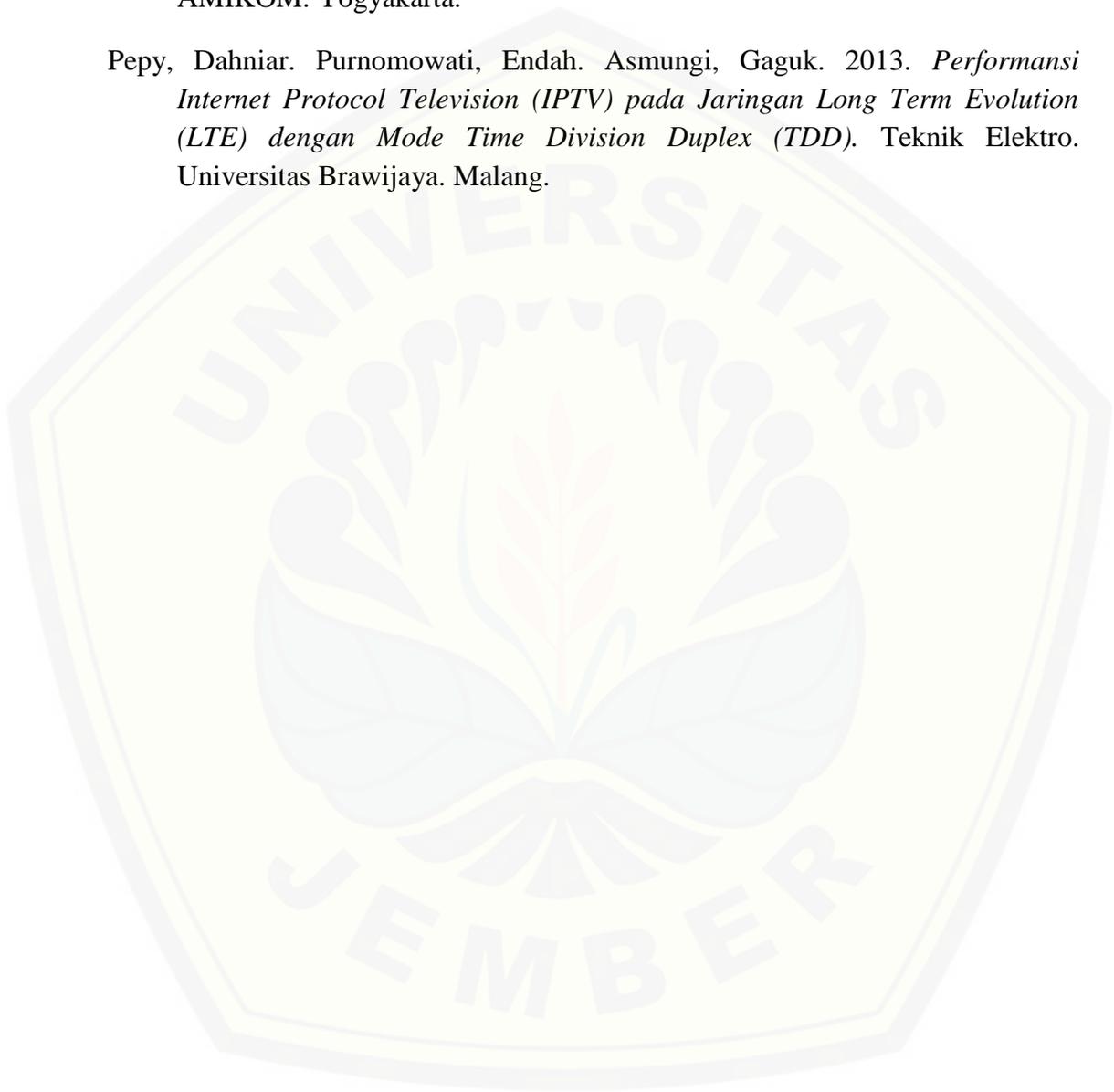
- Priatna, Darwin. *Jurnal Rancang Bangun Sistem Pengaturan Parkir Mobil Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Teknik Informatika. STIMIK PalComTech. Palembang.
- Mulia, Rizki. *Jurnal Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Digital Berbasis Mikrokontroler*. Teknik Komputer. AMIK GI MDP.
- Lysbetti, Noveri. 2012. *Data Logger Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan PC sebagai Tampilan*. Teknik Elektro. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Deny, Ahmad. Sihombing, Poltak. Ikhsan, Tulus. *Perancangan Sistem Pengukur jarak Antara 2 Titi Wireless Xbee Pro Berdasarkan Nilai RSSI*. MIPA Fisika. Universitas Sumatra Utara. Sumatra Utara.
- Susanto, Heri. Pramana, Rozeff. Mujahidin, Muhammad. 2013. *Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328P dan Xbee Pro*. Teknik Elektro. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang.
- Fajriansyah, Burhan. Ichwan, Muhannad. Susana, Ratna. 2016. *Evaluasi Karakteristik XBe Pro dan nRF24L01+ sebagai Transceiver Nirkabel*. Teknik Elektro. Institut Teknologi Nasional Bandung. Bandung.
- Kamirul. Syahwati, Hezliana. Nelvi, Afni. M.S, hendro. 2015. *Rancang Bangun Data Logger Massa Menggunakan Load Cell*. Fisika. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Bagus, Ida. 2014. *Hand Motion Control untuk Menggerakkan Quadcopter Robot dengan menggunakan Sensor Accelerometer ADXL335 dan Wireless Xbee-Pro Series1 60mW berbasis Mikrokontroller Atmega32*. Teknik Elektro. Universitas Udayana. Bali
- Sugriwan, Iwan. Suweni, Melania. Hadi, Yono. *Desain dan Karakteristik Load Cell Tipe CZL601 sebagai Sensor Massa Untuk Mengukur Derajat Layu pada Pengolahan The Hitam*. FMIPA Fisika. ITS. Surabaya

- Marpaung, Julkarnine. Warman, Eddy. *Perancangan system Pengontrolan Pengukuran Berat Pada Timbangan Kendaraan Secara Otomatis*. Teknik Elektro. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Suhendra, Imam. Setyo, Wahyu. 2015. *Aplikasi Load Cell untuk Otomatisasi Depot Air Minum Isi Ulang*. Teknik Elektro. Universitas Internasional Batam. Batam
- Suradam, Mashaler. Reinaldo, Rifki. Andri, Eko. Sugihartono, Iwan. 2013. *Perancangan Sistem Telemetri Akuisisi Data Cuaca Dengan XBee Pro-S2*. MIPA Fisika. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta Timur.
- Rafakath, Mohammad. Tyagi, Sachin. 2015. *Impelemntation Of Zigbee (802.15.4) For Data Logger*. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology. Roorkee College of Engineering. UK, India.
- Chakkaravarthy, B Theban. Jegadeeshwari, P. Kanimozhi, D. 2016. *Design of Smart Examination Link Using Zigbee*. International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering. ISO 3297:2007 vol, 4. CK College of Engineering & Technology. Cuddalore, Tamil Nadu.
- Naik, Muniswamy. Krishna, B. Vamsi. 2014. *Speech Recognition Module for Home Automation System Based On Zigbee*. International Journal of Computer Science and Mobile Computing. IJCSMC, Vol. 3 pg. 737-744. Mits College, Angallu, Madanapalli.
- Sabeel, Ulya. Maqbool, Saima. Cahndra, Nidhi. 2013. *Zigbee IEEE 802.15.4 Standart for Building Automation*. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. Department of Computer Science and Technology. Amity University, Noida, India.
- Kumar, Ashok. Saideep, Ch. Krishna, Lalita. Srishaka, P. 2016. *Zigbee Based Self-Organizing Network*. IJETT. Vol.34 No.4 Department of Electronics & Communication. MVGR College of Engineering. Vizianagaram, Andra Pradesh, India.
- Joni, Koko. Hidayat, Risanuri. Sumaryono, Sujoko. 2012. *Pengujian Protokol IEEE 802.15.4 / Zigbee Di Lingkungan Outdoor*. Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Ningsih, Yetty Wiati. Soeharwinto. 2015. *Studi Protokol Nirkabel Zigbee IEEE 802.15.4* Fakultas Teknik. Teknik Elektro. Universitas Sumatra Utara. Medan.

Ali, Abbas. *Perbandingan FHSS dan DSSS (Teknologi Spread Spectrum)*. STIMIK AMIKOM. Yogyakarta.

Pepy, Dahniar. Purnomowati, Endah. Asmungi, Gaguk. 2013. *Performansi Internet Protocol Television (IPTV) pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) dengan Mode Time Division Duplex (TDD)*. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.



A. LAMPIRAN 1

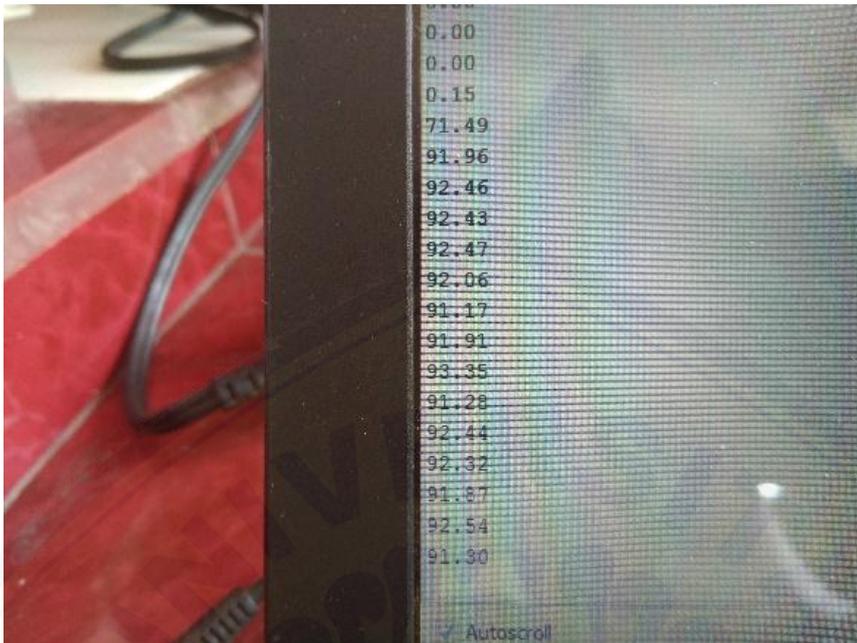
Kalibrasi Sensor *Load Cell*



Gambar A.1. Pengukuran Timbangan Digital Ohaus Pioneer PA 2202



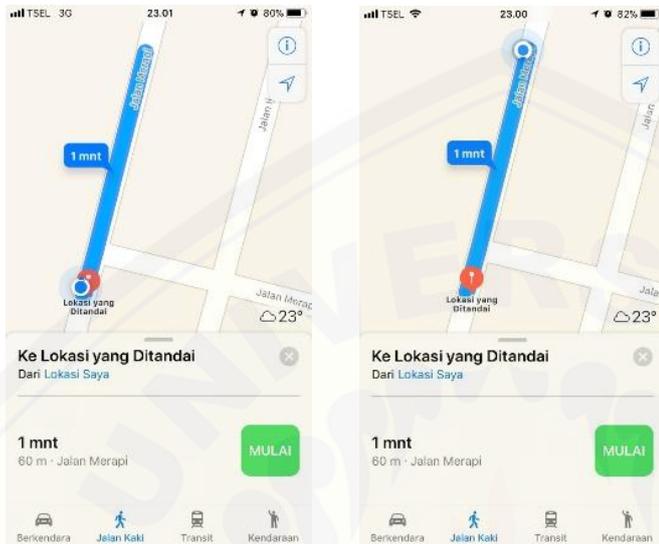
Gambar A.2. Pengukuran *Load Cell*



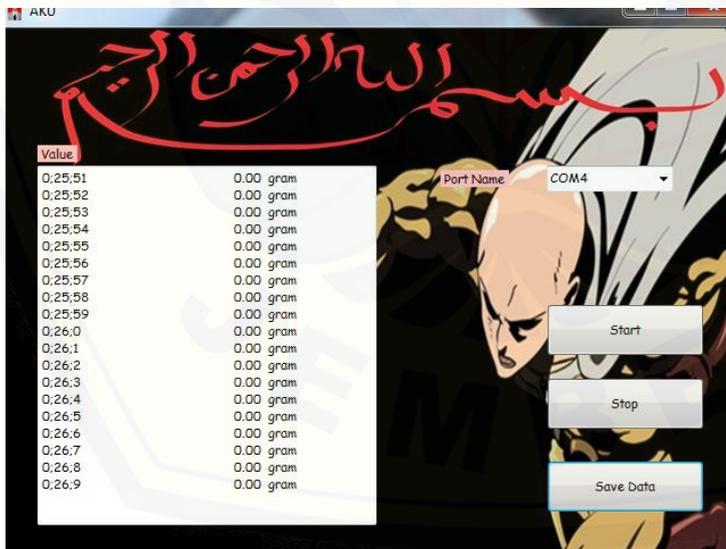
Gambar A.3. Nilai Keluaran *Load Cell*

B. LAMPIRAN 2

Pengukuran Jarak *Xbee Pro*



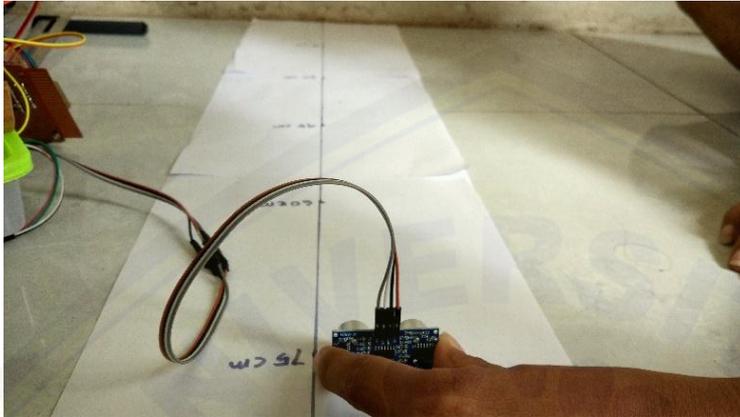
Gambar B.1. Pengukuran Jarak GPS



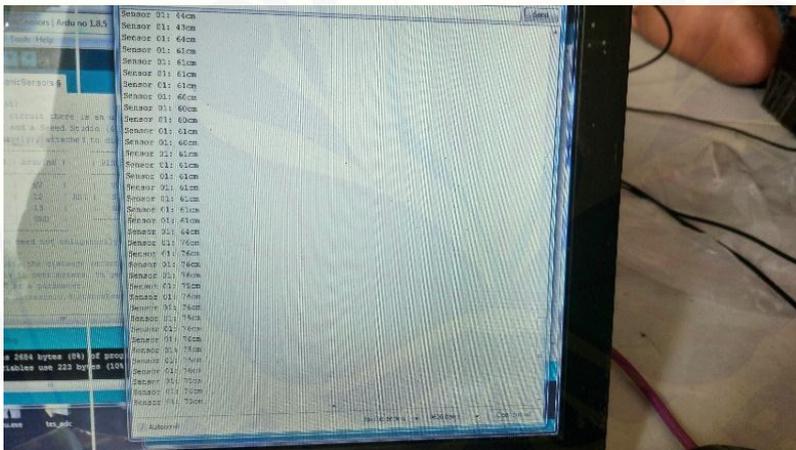
Gambar B.2. Tampilan Visual Basic

C. LAMPIRAN 3

Kalibrasi Sensor HCRS04



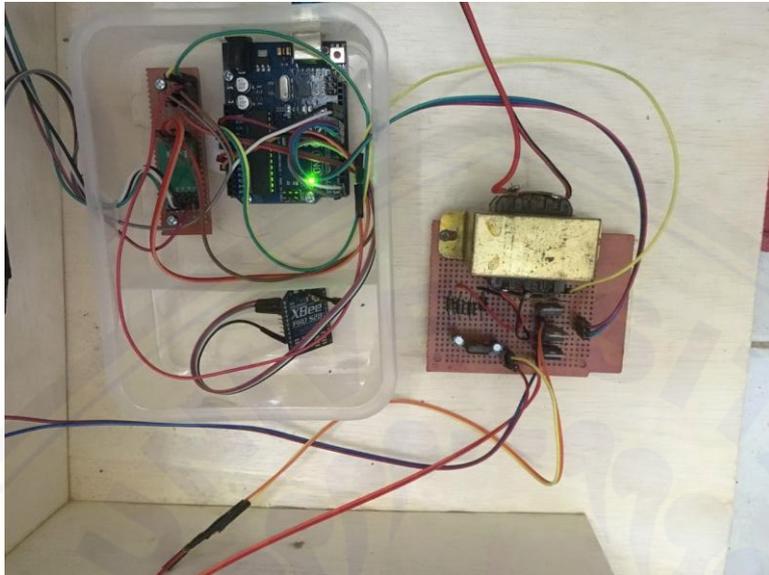
Gambar C.1. Pengukuran Sensor HCRS04



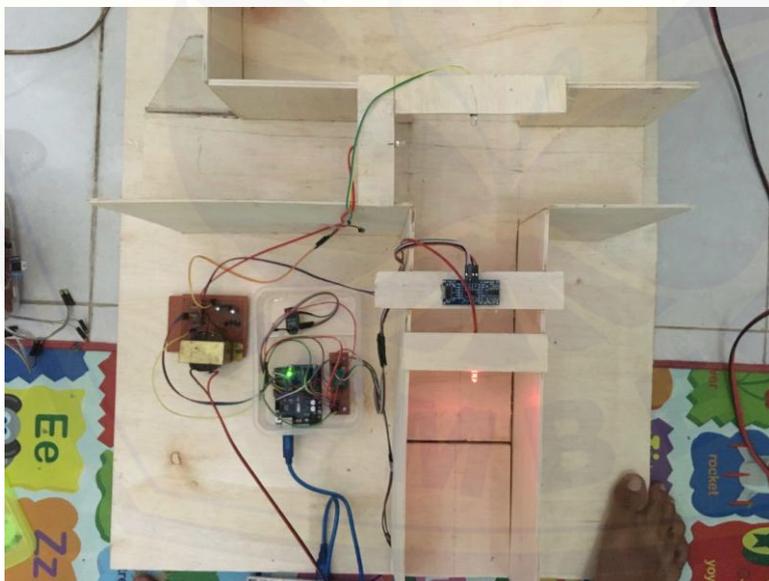
Gambar C.2. Tampilan Data Sensor HCRS04

D. LAMPIRAN 4

Rangkaian dan Pengujian Alat Keseluruhan



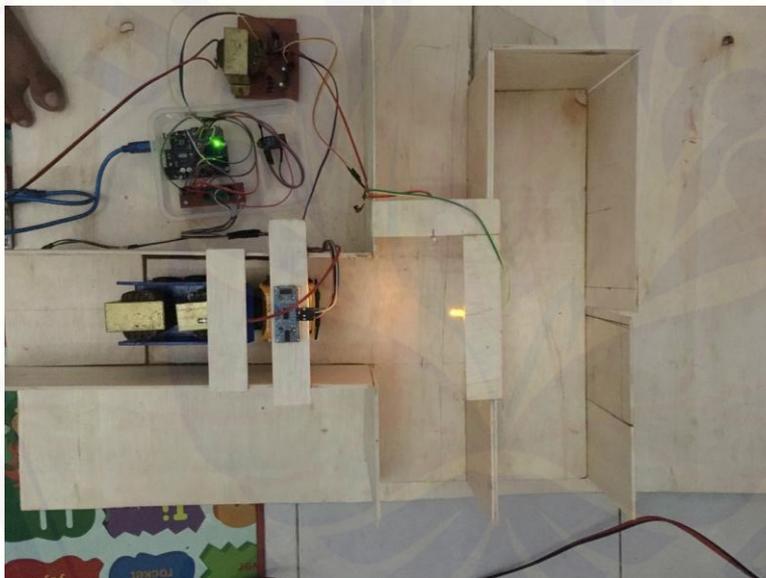
Gambar D.1. Rangkaian *Tranmitter* Arduino



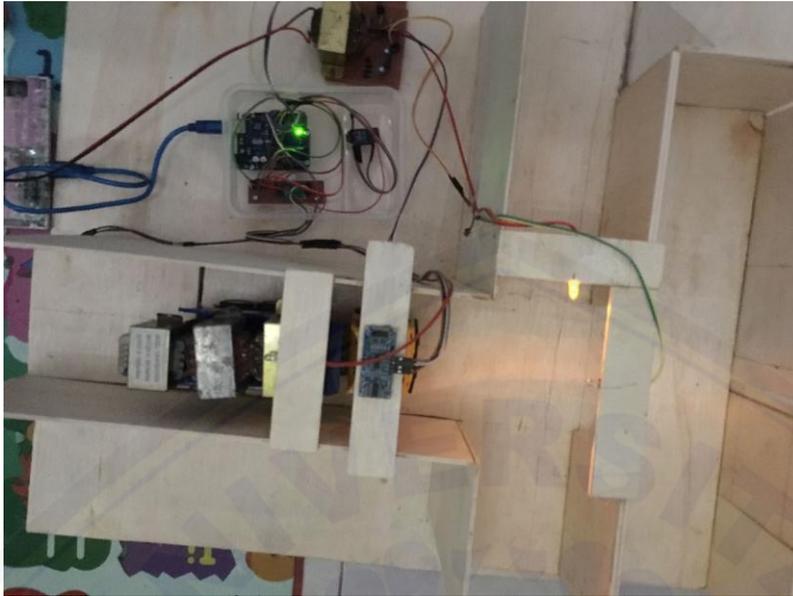
Gambar D.2. Prototipe Alat Keseluruhan



Gambar D.3. Sistem Receiver Xbee Pro



Gambar D.4. Pengujian Beban Ringan



Gambar D.5. Pengujian Beban Berat



Program

```
#include "HX711.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Ultrasonic.h>

Ultrasonic ultrasonic1(12, 13);

// HX711.DOUT      - pin #A1
// HX711.PD_SCK    - pin #A0
SoftwareSerial XBee(0, 1);

HX711 scale(A1, A0); // parameter "gain" is omitted; the default value 128 is
used by the library
float calibration_factor = 2230; // this calibration factor is adjusted according to my load
cell
float units;
float ounces;
float gram;
int jarak = 0;

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

  pinMode(8, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); //Reset the scale to 0

  // long zero_factor = scale.read_average(); //Get a baseline reading
  // Serial.print("Zero factor: "); //This can be used to remove the need to tare the scale.
  // Useful in permanent scale projects.
  // Serial.println(zero_factor);
}

void loop() {

  jarak = ultrasonic1.distanceRead();

  delay (1000);

  if (jarak < 7) {

    scale.set_scale(calibration_factor); //Adjust to this calibration factor
    units = scale.get_units(), 10;
```

```
gram = (5.3152*units)+35.667;
  if (gram < 40)
  {
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);
  gram = 0.00;
  }

  if (gram >= 60 && gram < 1000){
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(9, HIGH);
  digitalWrite(10, LOW);
  }
  if (gram >= 1000){
  digitalWrite(8, LOW);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, HIGH);
  }

  Serial.print(gram);
  Serial.println(" gram");
  delay(5000);

  }

  if (jarak >= 7){
  digitalWrite(8, HIGH);
  digitalWrite(9, LOW);
  digitalWrite(10, LOW);
  Serial.println("tidak ada kendaraan");
  }
}

// if(Serial.available())
// {
//   char temp = Serial.read();
//   if(temp == '+' || temp == 'a')
//     calibration_factor += 100;
//   else if(temp == '-' || temp == 'z')
//     calibration_factor -= 100;
// }
}
```