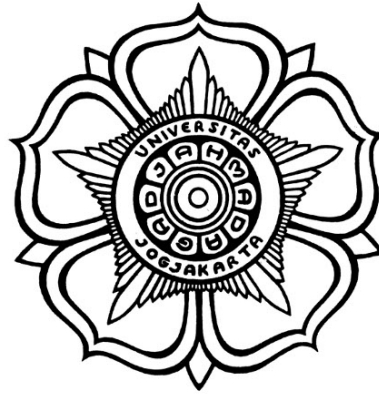


**RANCANG BANGUN KENDALI KINEMATIKA DAN
ANTARMUKA ROBOT SCARA BERBASIS *PROCESSING***

LAPORAN KERJA PRAKTIK



Disusun oleh:
IVAN SYAHRONI HERMAWAN
17/415746/SV/13611

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TEKNOLOGI LISTRIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KENDALI KINEMATIKA DAN ANTARMUKA ROBOT SCARA BERBASIS *PROCESSING*

LAPORAN KERJA PRAKTIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Kelulusan Program Kerja Praktik Laboratorium
Instrumentasi dan Kendali
Pada Program Studi Diploma Teknologi Listrik Departemen Teknik Elektro dan
Informatika
Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Disusun oleh:

IVAN SYAHRONI HERMAWAN
17/415746/SV/13611

Telah disetujui dan disahkan
pada tanggal 4 Agustus 2019

Ketua Program Studi Teknologi Listrik

Dosen Pembimbing

Ma'un Budiyanto, S.T., M.T.
NIP 197007071999031002

Fahmizal, S.T., M.Sc
NIP 111198807201609101

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, Kerja Praktik ini dapat terselesaikan tanpa halangan berarti. Keberhasilan dalam menyusun laporan Kerja Praktik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan guna sempurnanya Kerja Praktik ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ma'un Budiyanto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Listrik Universitas Gadjah Mada,
2. Bapak Fahmizal, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Kerja Praktik,
3. Seluruh Dosen di Teknologi Listrik Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada, yang tidak bisa disebutkan satu-satu, atas ilmu dan bimbingannya,
4. Ibu dan Bapak yang selama ini telah sabar membimbing, mengarahkan, dan mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selama-lamanya, dan

Penulis menyadari bahwa penyusunan Kerja Praktik ini jauh dari sempurna. Kritik dan saran dapat ditujukan langsung pada *e-mail* saya. Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekeliruan di dalam penulisan Kerja Praktik ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 5 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
Intisari	viii
<i>Abstract</i>	ix
I LATAR BELAKANG	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan	2
1.2.1 Tujuan Umum	2
1.2.2 Tujuan Khusus	2
1.3 Metode Kerja Praktik	2
II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	3
2.1 Landasan Teori	3
2.1.1 SCARA	3
2.1.2 Kinematika Robot	4
2.1.3 Arduino Mega 2560	5
2.1.4 Processing IDE	5
III PERANCANGAN SISTEM	7
3.1 Metode Perancangan sistem	7
3.1.1 Diagram Blok Perancangan Sistem	7
3.1.2 Flowchart Cara Kerja Sistem	7
3.1.3 Perancangan Elektronis	8
3.1.4 Perograman Arduino	12
3.1.5 Peranacangan Antarmuka <i>Processing ide</i>	12

IV PENGUJIAN SISTEM	13
V KESIMPULAN DAN SARAN	14
5.1 Kesimpulan	14
5.2 Saran	14
DAFTAR PUSTAKA	15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Robot Serpent-2	4
Tabel 2.2	Spesifikasi Motor DC pada robot Serpent-2	4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pergerakan Robot SCARA	3
Gambar 2.2	Arduino Mega 2560	5
Gambar 2.3	Processing IDE	5
Gambar 3.1	Diagram metode perancangan sistem.	7
Gambar 3.2	Flowchat cara kerja sistem.	8
Gambar 3.3	Pengendali Motor DC EMS 30A H-Bridge	9
Gambar 3.4	Mekanisme pemasangan potensiometer pada motor	9
Gambar 3.5	Relay pneumatik	10
Gambar 3.6	Pneumatik Silinder	10
Gambar 3.7	Rangkaian skematik TIP31 sebagai <i>switch</i>	11
Gambar 3.8	Skematik rangkaian elektronis keseluruhan	11

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengoperasian terhadap robot SCARA. SCARA merupakan akronim untuk *Selective Compliance Assembly Robot Arm* dimana robot ini dapat bergerak dalam dua aksis, yaitu horisontal dan vertikal. Pergerakan Robot ini menggunakan kedua lengan untuk pergerakan horisontal dan satu lengan untuk pergerakan vertikal. Robot SCARA ini dioperasikan dengan bantuan antarmuka yang dibuat dari *Processing* yang dibuat menggunakan program bahasa c. Antarmuka yang ditampilkan menunjukkan pengoperasian robot SCARA mulai dari kinematika maju dan kinematika balik.

Kata kunci : SCARA, *Processing*, Kendali, *inverse kinematic*, *Forward Kinematics*.

Abstract

*This study aims to carry out operations on the SCARA robot. SCARA is an acronym for **emph** Selective Compliance Assembly Robot Arm where this robot can move in two axes, namely horizontal and vertical. Movement This robot uses both arms for horizontal movement and one arm for vertical movement. This SCARA robot is operated with the help of an interface created from **emph** Processing made using a language program c. The interface shown shows the operation of the SCARA robot from forward kinematics and back kinematics.*

Keywords : SCARA, Processing, Control..

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang Masalah

Robotika merupakan salah satu bidang ilmu yang mempelajari desain, modeling, dan kendali robot. Saat ini, robot memiliki peranan yang penting dalam membantu pekerjaan manusia, contohnya dalam bidang industri. Dalam bidang industri, robot umumnya terdapat pada proses manufaktur seperti proses pengelasan, *spray painting*, perakitan, *milling* dan *drilling* dapat dikerjakan dengan sebuah robot secara terus menerus dan berulang secara otomatis. Salah satu robot dalam proses manufaktur adalah Robot SCARA. Robot SCARA atau *Selective Compilance Assembly Robot Arm* dalam dunia industri umumnya digigunakan dalam pemilahan barang.

Robot SCARA dapat bergerak secara optimal dan efisien karena sebuah persamaan kinematika. Persamaan kinematika yang digunakan adalah *inverse kinematic* dengan input berupa titik koordinat kartesius (x_1, y_2) dan output berupa nilai sudut untuk mengendalikan motor servo pada *shoulder* dan *elbow*.

Dalam membangun sebuah sistem kendali, dibutuhkan *platfrom* antar muka sebagai jembatan antara *user* dengan *hardware*. Dalam penelitian ini program antar muka dirancang menggunakan *software* Processing Ide. Software ini memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya lebih efektif dan cukup mudah untuk digunakan sebagai *platform* antar muka. Keunggulan tersebut salah satunya ialah mudahnya sarana komunikasi terhadap *hardware* yang digunakan. *Processing* Ide juga dapat melakukan komunkasi dua arah yang berarti antara antar muka dan juga *hardware* yang digunakan dapat saling berkirim data dan juga menerima data. Oleh Karena itu, pada program kerja praktik ini dilakukan analisis robot SCARA berupa kinematika maju dan kinematika balik dengan perancangan antar muka berbasis *Processing* Ide. Atas dasar tersebut penulis membuat judul kerja praktik berjudul "**Rancang Bangun Kendali Kinematika dan Antar Muka Robot SCARA Berbasis Processing Ide**" guna memberikan inovasi dan pengembangan pada sistem kendali kinematika pada robot SCARA yang dapat diimplementasikan sebagai sarana belajar sistem kendali di Laboratorium Instrumentasi dan Kendali Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.

1.2 Tujuan

Tujuan penulis melakukan penelitian dibagi menjadi dua, yaitu tujuan secara umum dan tujuan secara khusus.

1.2.1 Tujuan Umum

Memenuhi salah satu syarat kelulusan program kerja praktik program studi Teknologi Listrik Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.

1.2.2 Tujuan Khusus

1. Merancang sistem kinematika robot SCARA, baik kinematika maju maupun balik,
2. Merancang antarmuka penggunaan robot SCARA dengan *software Processing Ide*.

1.3 Metode Kerja Praktik

Pengerjaan dan penyusunan Kerja Praktik ini menggunakan beberapa metode.

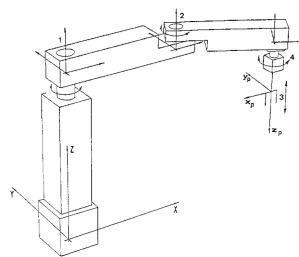
1. Metode pustaka
Metode dengan memahami dan mempelajari berbagai jurnal yang berkaitan dengan robot SCARA, gerak kinematika, dan *Processing Ide*.
2. Metode perancangan alat
Metode dengan melakukan pembuatan desain elektronis dan mekanis, pemrograman, serta perancangan antarmuka menggunakan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 SCARA



Gambar 2.1: Pergerakan Robot SCARA

SCARA merupakan singkatan dari *Selective Compliant Assembly Robot Arm*. Robot ini pertama kali dibuat oleh perusahaan USA bernama Adept pada 1984 dan diklasifikasikan sebagai robot industri. Sistem penggerak robot SCARA merupakan pergerakan langsung pada lengan tanpa bantuan sistem *belt* kecuali pada bagian *wrist*, sehingga membuat mekanisme gerakannya bekerja cepat, sederhana namun tetap akurat. Robot ini banyak digunakan sebagai robot *assembly part* dengan ukuran yang kecil dengan kecepatan sedang.

Robot SCARA yang digunakan pada penelitian ini menggunakan robot SCARA dengan nama Serpent-2. Robot Serpent-2 memiliki dua *horizontal joint* yaitu bagian *shoulder*, *elbow* dan *wrist* yang dikendalikan oleh motor servo. Sedangkan pada bagian *vertical joint* yang berfungsi sebagai naik turun dan buka tutup dari *wrist*, dikendalikan oleh pneumatik yang dikontrol oleh *valve relay*. Sehingga, gerakan yang terdapat pada robot SCARA dapat diklasifikasikan sebagai gerakan mengambil dan menempatkan objek.

Tabel 2.1: Spesifikasi Robot Serpent-2

Main arm length	360 mm
Fore arm length	290 mm
Shoulder movement	180
Elbow movement	200
Wrist rotation	360
Up & down movement	150 mm
Maximum tip velocity	3.0 kg

Pada bagian motor servo, robot serpent-2 menggunakan tiga buah sensor *feedback* yang berguna sebagai pemberi nilai posisi pada masing-masing motor servo. Sensor *feedback* yang digunakan pada robot SCARA ini menggunakan potensiometer yang memberikan nilai analog dan kemudian diproses oleh Arduino Mega 2560. Nilai ini, nantinya untuk memproses gerak kinematika dari robot SCARA tersebut sesuai dengan posisi yang diinginkan.

Tabel 2.2: Spesifikasi Motor DC pada robot Serpent-2

Moments of inertia of the main arm (J_1)	
Moments of inertia of the fore arm (J_2)	
Masses of the main arm (m_1)	
Masses of the fore arm (m_2)	
Motor and equivalent inertias (J_m)	
Back emf constants for main arm and fore arm motor ($K_{e1} = K_{e2}$)	
Armature resistance for main arm and fore arm motor ($R_{a1} = R_{a2}$)	
Armatures inductances for main and fore arm motor ($L_{a1} = L_{a2}$)	

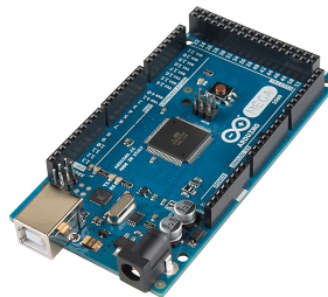
2.1.2 Kinematika Robot

Kinematika robot adalah studi analisis pergerakan kaki atau lengan robot terhadap sistem kerangka koordinat acuan yang diam atau bergerak tanpa memperhatikan gaya yang menyebabkan pergerakan tersebut. Model kinematika merepresentasikan hubungan *end effector* dalam ruang tiga dimensi dengan variabel sendi dalam ruang sendi.

Dalam kinematika dikenal istilah *forward* kinematika dan *invers* kinematika. *Forward* kinematika adalah metode untuk menentukan orientasi dan posisi *end*

effector dari besarnya sudut sendi dan panjang link kaki robot. Sedangkan *invers* kinematika merupakan kebalikan dari forward kinematika yaitu metode untuk mengetahui nilai sudut pada sendi-sendi yang diperlukan agar end effector dapat mencapai posisi yang dikehendaki.

2.1.3 Arduino Mega 2560



Gambar 2.2: Arduino Mega 2560

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 2560. Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output, 15 buah di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 dilengkapi kristal 16. Mhz

2.1.4 Processing IDE



Gambar 2.3: Processing IDE

Processing adalah lingkungan pemrograman sederhana yang dibuat untuk memudahkan pengembangan aplikasi yang berorientasi visual dengan penekan-

an pada animasi dan menyediakan respon balik yang instan kepada pengguna melalui interaksi didalamnya. Para pengembang menginginkan cara untuk "membuat sketsa" ide dalam kode. Karena kemampuannya telah berkembang selama dekade terakhir, *Processing* telah digunakan untuk pekerjaan tingkat produksi yang lebih maju. Awalnya dibangun sebagai ekstensi khusus domain ke Java yang ditargetkan untuk seniman dan desainer, *Processing* telah berevolusi menjadi desain penuh dan alat *prototyping* yang digunakan untuk pekerjaan instalasi skala besar, gambar gerak, dan visualisasi data yang kompleks.

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Metode Perancangan sistem

Perancangan robot serpent-2 ini diawali dengan menentukan metode yang tepat untuk mendesain dan membangun sistem secara keseluruhan meliputi perancangan elektronis, pemrograman pada Arduino Mega 2560, implementasi kinematika robot pada robot serpent-2, serta perancangan antarmuka pada *processing ide*. Metode perancangan sistem meliputi diagram blok, flowchart cara kerja sistem, prinsip kerja dan perancangan tiap segmen-segmen yang dibutuhkan.

3.1.1 Diagram Blok Perancangan Sistem

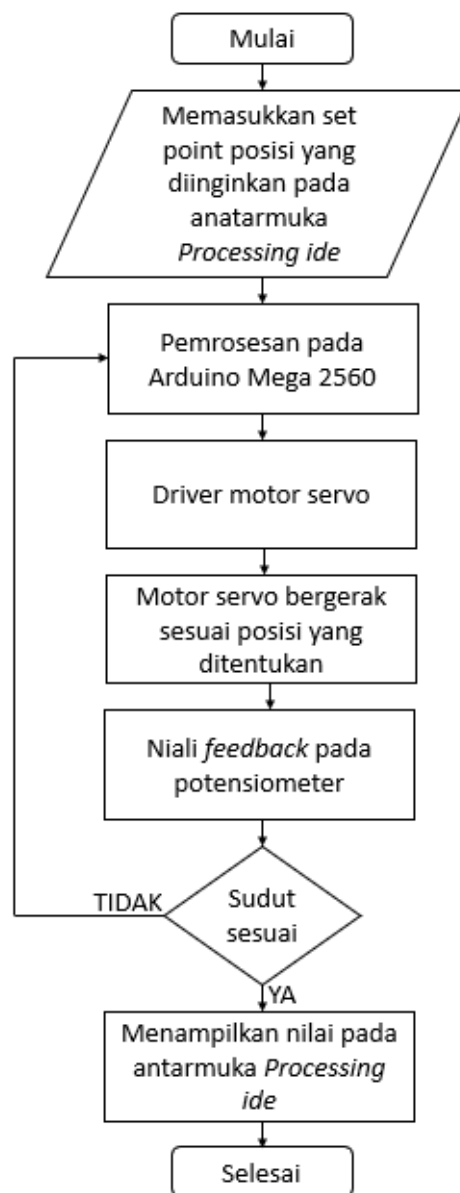
Pada dasarnya, perancangan sistem untuk robot serphent-2 secara sederhana dapat dibagi menjadi tiga bagian. Ketiga perancangan ini merupakan hal yang sangat penting dan saling berkaitan. Perancangan robot serphent=2 jika digambarkan dalam diagram blok sistem dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.1



Gambar 3.1: Diagram metode perancangan sistem.

3.1.2 Flowchart Cara Kerja Sistem

Kerja sistem, merupakan bagaimana robot serphent-2 melakukan tugasnya sesuai perintah yang dimasukkan dan kemudian dilaksanakan oleh aktuator. Robot serphent-2 memiliki kerja sistem yang tergolong ringkas yang mana didominasi oleh sistem maju tetapi juga memiliki sistem balik. Kerja sistem dari robot serphent 2 jika dirancang dalam bentuk flowchart dapat ditunjukkan seperti dalam gambar 3.2



Gambar 3.2: Flowchat cara kerja sistem.

3.1.3 Perancangan Elektronis

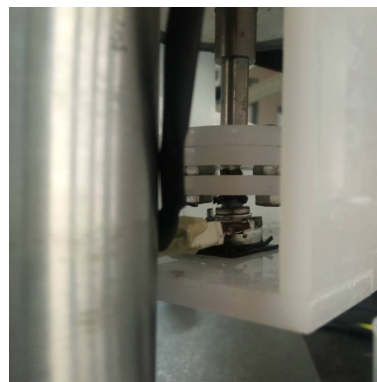
Perancangan elektronis merupakan perancangan dasar pada pembuatan suatu sistem. Suatu sistem dapat bekerja secara maksimal karena terdiri dari komponen-komponen yang memiliki fungsi masing-masing. Komponen-komponen ini, disatukan kedalam sebuah *Shield Printed Circuit Board* (PCB).

- (a) Pengendali motor DC yang digunakan adalah modul EMS 30A H-Bridge sebanyak tiga buah yang masing-masing untuk menggerakkan *Shoulder*, *Elbow* dan perputaran *Wrist*. Secara garis besar, fungsi modul pengendali motor ini adalah untuk mengendalikan arah dan kecepatan putaran motor DC sesuai instruksi kendali dari Arduino Mega 2560 pengguna. Modul akan menerima nilai yang dikirimkan oleh Arduino Mega 2560 dan kemudian menggerakkan motor servo yang sudah terhubung dengan *shoulder*, *Elbow* dan perputaran dari *Wrist*.



Gambar 3.3: Pengendali Motor DC EMS 30A H-Bridge

- (b) Potensiometer yang digunakan adalah jenis potensiometer *rotary*. Potensiometer ini sebagai sensor posisi motor servo. Potensiometer terpasang pada setiap bagian motor servo sesuai dengan perputarannya dan akan memberikan keluaran berupa level tegangan yang berubah-ubah sesuai dengan posisi motor servo saat itu. Level tegangan tersebut kemudian dikirimkan kepada Arduino Mega 2560 sebagai sensor *feedback* yang nantinya akan diproses untuk menyempurnakan posisi sesuai yang ditentukan.



Gambar 3.4: Mekanisme pemasangan potensiometer pada motor

- (c) Pengaturan pergerakan vertikal dari *wirst* pada robot serphent-2 menggunakan sistem pneumatik silinder. Pada bagian buka tutup *wirst* menggunakan masukan udara biasa untuk menutupnya dan membuang udara untuk membukanya. Udara tersebut didapat dari kompresor yang terhubung melalui selang dan dikontrol melalui sebuah relay yang bekerja pada tegangan 24v.



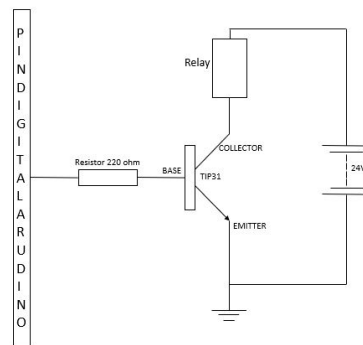
www.mech-mall.com

Gambar 3.5: Relay pneumatik



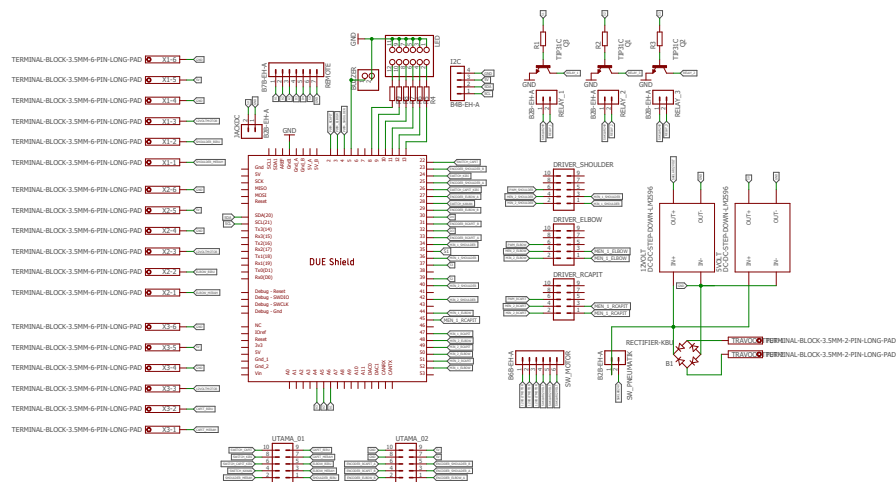
Gambar 3.6: Pneumatik Silinder

- (d) Relay yang bekerja pada tegangan 24v, pada Arduino Mega 2560 dikontrol melalui sinyal digital dengan bantuan rangkaian yang menggunakan TIP31A yang berfungsi untuk memutus atau membuka tegangan 24v.



Gambar 3.7: Rangkaian skematik TIP31 sebagai *switch*

- (e) Semua komponen-komponen yang dibutuhkan pada sistem kerja, disatukan ke dalam *shield PCB* yang bertujuan agar meringkaskan serta memudahkan perangkaian elektronis. Rangkaian PCB dibuat melalui *software* Eagle.



Gambar 3.8: Skematik rangkaian elektronis keseluruhan

3.1.4 Perograman Arduino

3.1.5 Peranacangan Antarmuka *Processing ide*

BAB IV
PENGUJIAN SISTEM

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian fungsional aplikasi ini, didapat kesimpulan sebagai berikut:

5.2 Saran

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Sulc, “Home Automation with IQRf Wireless Communication Platform : A Case Study,” no. c, pp. 212–217, 2011.