

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



**OPTIMASI JARINGAN INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK SISTEM
MITIGASI BENCANA DI KOTA PADANG BERBASIS TEKNIK
COMPRESSED SENSING**

TIM PENGUSUL

Dr. Eng. Rian Ferdian, M.T	0016098605	(Ketua)
Harris Suryamen, M.Sc	1023037504	(Anggota 1)
Taufika Ophiyandri, MSc., Ph.D.	0004017501	(Anggota 2)
Ratna Aisuwarya, M.Eng	0030108401	(Anggota 3)
Roni Wahyu Putra	1411511004	(Anggota 4)
Fauzan Zulfa Aziz	1411512013	(Anggota 5)

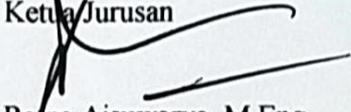
UNIVERSITAS ANDALAS
NOVEMBER 2018

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN DASAR**

Judul Penelitian : Optimasi Jaringan *Internet of Things* (IoT) untuk Sistem Mitigasi Bencana di Kota Padang Berbasis Teknik *Compressed Sensing*.
Bidang Fokus : Inovasi Teknologi Mitigasi Bencana/ Teknologi dan Bisnis
Ketua Peneliti:
a. Nama Lengkap : Dr. Eng. Rian Ferdian M.T.
b. NIDN : 0016098605
c. Jabatan Fungsional : Lektor
d. Program Studi : Sistem Komputer
e. Nomor Hp : 087801033219
f. Alamat surel(e-mail) : rian.ferdian@fti.unand.ac.id
Anggota Peneliti (1)
a. Nama Lengkap : Haris Suryamen M.Sc
b. NIDN : 1023037504
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
Anggota Peneliti (2)
a. Nama Lengkap : Taufika Ophiyandri, MSc., Ph.D.
b. NIP : 0004017501
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
Anggota Peneliti (3)
a. Nama Lengkap : Ratna Aisuwarya, M.Eng
b. NIP : 0030108401
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
Anggota Peneliti (4)
a. Nama Lengkap : Roni Wahyu Putra
b. No. BP : 1411511004
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
Anggota Peneliti (5)
a. Nama Lengkap : Fauzan Zulfa Aziz
b. No. BP : 1411512013
c. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
Lama Penelitian keseluruhan : 1 tahun
Usulan Penelitian Tahun ke- : 1
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 30.000.000,-
Biaya Penelitian :
= Dana Internal PT : Rp. 30.000.000,-

Padang, 29 November 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan


Ratna Aisuwarya, M.Eng
NIP. 198410302008122002

Ketua Peneliti


Dr. Eng. Rian Ferdian, M.T
NIP. 198609162014041001

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknologi Informasi

Dr. Ahmad Syafruddin Indrapriyatna MT
NIP. 196307071991031003



IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Perancangan Jaringan *Internet of Things* (IoT) untuk Sistem Mitigasi Bencana di Kota Padang Berbasis Teknik *Compressed Sensing*.

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1.	Dr.Eng. Rian Ferdian	Ketua	Signal Processing	Universitas Andalas	12
2.	Haris Suryamen, Msc	Anggota 1	Geographic Informatic System	Universitas Andalas	10
3.	Taufika Ophiyandri, MSc., Ph.D.	Anggota 2	Disaster Management	Universitas Andalas	10
3.	Ratna Aisuwarya, M.Eng	Anggota 2	Sistem Digital	Universitas Andalas	10
4.	Roni Wahyu Putra	Anggota 3	Sistem Komputer	Universitas Andalas	8
5.	Fauzan Zulfa Aziz	Anggota 4	Sistem Komputer	Universitas Andalas	8

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dari segi penelitian): **Optimasi jumlah node sensor dan frekuensi akuisisi data pada sistem mitigasi bencana.**

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan: Mei tahun: 2018
Berakhir : bulan: November tahun: 2018

5. Usulan Biaya DRPM Ditjen Penguatan Risbang

Tahun ke-1 : Rp 30.000.000,-

6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan) **Kota Padang**

7. Temuan yang ditargetkan (penejelasan gejala atau kaidah, metode, teori atau antisipasi yang dapat dikontribusikan pada bidang ilmu) **Metode optimasi**
8. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang akan mendukung pengembangan iptek)

Penelitian ini akan melakukan optimasi jaringan sistem mitigasi bencana berbasis IoT. Teknik yang akan digunakan adalah compressed sensing. Teknik ini akan diaplikasikan untuk menekan jumlah node sensor yang diperlukan pada sistem mitigasi bencana. Diharapkan hasil dari penelitian ini adalah sistem mitigasi bencana dengan biaya yang rendah dan juga hemat data.

9. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran (tuliskan nama jurnal ilmiah internasional Bereputasi atau nasional terakreditasi dan tahun rencana publikasi): **Journal of ICT Research and Application**
10. Rencana luaran berupa buku, purwarupa atau luaran lainnya yang ditargetkan, tahun rencana perolehan atau penyelesaiannya, **HAKI**

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Hasil dan Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
3.1 Perancangan <i>Node</i> Sensor	7
3.2 Integrasi ke Server GIS dan Uji Coba Lapangan I.....	8
3.3 Optimasi <i>Node</i> Sensor dan Uji Coba Lapangan II.....	9
BAB IV BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN.....	10
4.1 Biaya Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Jadwal Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	14

RINGKASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi dalam menekan jumlah *node* sensor dan frekuensi pengambilan data tanpa mengorbankan performa dari sebuah sistem mitigasi bencana yang berbasis *internet of things* (IoT). Tujuan utama dari penelitian ini diharapkan dapat menekan biaya untuk membentuk sebuah sistem mitigasi bencana berbasis IoT. Lebih jauh lagi, dari penelitian ini juga diharapkan sebuah sistem mitigasi bencana yang lebih hemat daya sehingga meningkatkan tingkat ketahanan dari sistem tersebut. Sistem mitigasi bencana yang akan dirancang pada penelitian ini akan terkoneksi langsung dengan sistem *geographic information system* (GIS) sehingga hasil data juga dapat langsung tersaji dalam peta yang lebih representatif.

Metoda optimasi yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Compressed Sensing*. *Compressed sensing* adalah metode baru dalam teknik rekonstruksi sinyal dengan keunggulan pada jumlah akuisisi data yang jauh lebih sedikit dibandingkan teknik konvensional. Teknik *compressed sensing* sendiri telah diaplikasikan pada pengolahan gambar pada kamera, pada perhitungan estimasi kanal pada komunikasi nirkabel dan pada akuisisi data pada sistem *internet of things* (IoT).

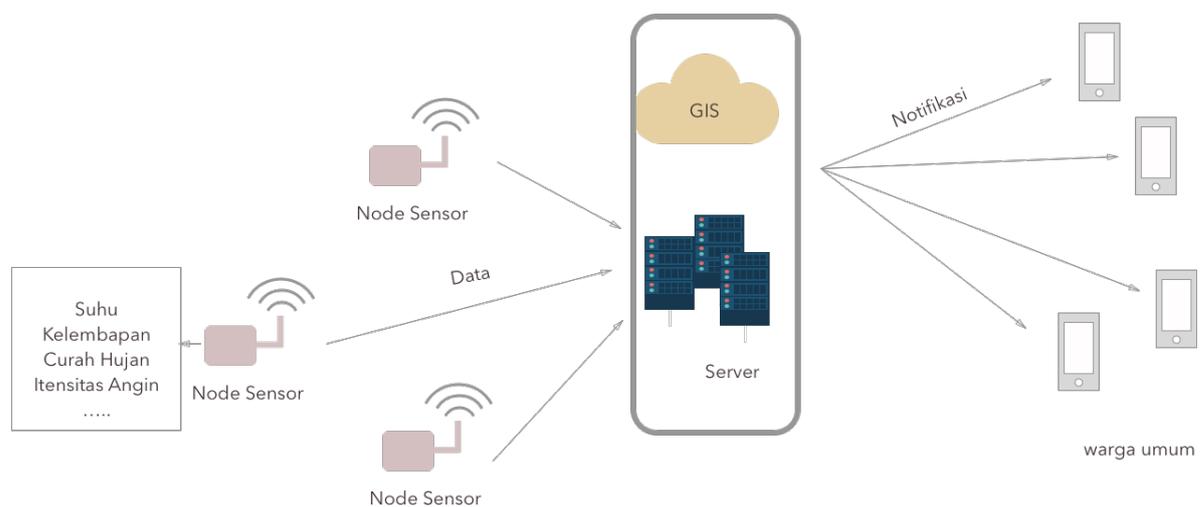
Implementasi teknik *compressed sensing* pada sistem mitigasi bencana dapat memiliki keuntungan pada jumlah *node* sensor IoT yang jauh lebih sedikit. Lebih jauh lagi teknik *compressed sensing* juga dapat diterapkan untuk mengurangi frekuensi pengambilan data oleh *node* sensor yang akan berimbas pada penghematan daya sistem. Diharapkan dari penelitian ini dapat dihasilkan publikasi jurnal/prosiding internasional.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang secara geografis terletak di perbatasan lempeng eurasia, indo australia dan lempeng pasifik. Kepulauan Indonesia juga terletak di lingkaran api pasifik atau ring of fire, yang mana Indonesia memiliki gugusan gunung api terbanyak di dunia. Keadaan letak geografis tersebut mengakibatkan kepulauan Indonesia secara umum sangat sering mengalami bencana alam seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami.

Bencana alam seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami seringkali mengakibatkan korban jiwa yang tidak sedikit. Sebuah sistem mitigasi bencana yang dapat memberikan peringatan dini, mengarahkan dan mengendalikan pergerakan warga ke zona aman sangat diperlukan. Namun pada implementasinya baru beberapa daerah tertentu saja yang telah memiliki sistem mitigasi bencana disebabkan oleh biaya pengadaan yang besar.



Gambar 1. Sistem Mitigasi Bencana dengan IoT

Sistem mitigasi bencana sendiri telah mengalami pembaruan yang sangat pesat pada beberapa tahun belakangan ini. Pengambilan data pada sistem mitigasi bencana telah berpindah dari penginputan manual oleh manusia menjadi penginputan otomatis menggunakan IoT seperti terlihat pada Gambar 1. Keberadaan *node-node* sensor untuk melakukan akuisisi data secara otomatis menjadi komponen utama dalam pembuatan sistem mitigasi bencana ini. Apabila jumlah *node-node* sensor tersebut dapat ditekan jumlahnya maka akan berdampak juga kepada

biaya pengadaan sistem secara umum. Secara garis besar alur penelitian meliputi 1.) perancangan *node-node* sensor menggunakan IoT, 2.) integrasi ke server GIS, 3.) Optimasi *node* sensor. Sistem yang dibuat rencananya akan diimplementasikan di beberapa titik di Kota Padang.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah perancangan sistem mitigasi bencana berbasis IoT dan terintegrasi dengan GIS dengan kebaruan pada optimasi jumlah *node-node* sensor pada sistem mitigasi bencana berbasis IoT menggunakan teknik *compressed sensing*. Disamping hal tersebut juga diteliti optimasi pengakuisisian data guna menghemat pemakaian daya pada sistem mitigasi bencana.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan sistem mitigasi bencana berbasis IoT dengan *node* sensor yang minimum tanpa mengurangi performa dari sistem itu sendiri.
2. Mendapatkan sistem mitigasi bencana berbasis IoT yang hemat daya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah *node* yang akan diimplementasikan 20 buah.
2. Area pemasangan *node* adalah Kota Padang.
3. Fenomena yang dideteksi adalah longsor dan banjir.

1.5 Hasil dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan teknik optimasi jaringan sensor pada sistem mitigasi bencana. Diharapkan dari penelitian ini memberikan kontribusi metoda baru untuk menekan biaya pengadaan dari sebuah sistem mitigasi bencana. Adapun rencana target capaian dari penelitian ini terlampir pada tabel 1.

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No	Jenis Luaran				Indikator Capaian		
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	TS	TS+1	TS+2
1.	Artikel Ilmiah dimuat di Jurnal	Internasional bereputasi	✓		Draft	Accepted	
		Nasional terakreditasi					
2.	Artikel ilmiah dimuat di prosiding	Internasional terindeks	✓		Accepted		
		Nasional					
3.	Invited speaker dalam temu ilmiah	Internasional					
		Nasional					
4.	Visiting Lecturer	Internasional					
5.	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten					
		Paten sederhana		✓	draft	Terdaftar	
		Hak Cipta					
		Merek Dagang					
		Rahasia Dagang					
		Desain Produk Industri					
		Indikasi Geografis					
		Perlindungan Varietas Tanaman					
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu					
6.	Teknologi Tepat Guna						
7.	Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial						
8.	Buku Ajar (ISBN)						
9.	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)						

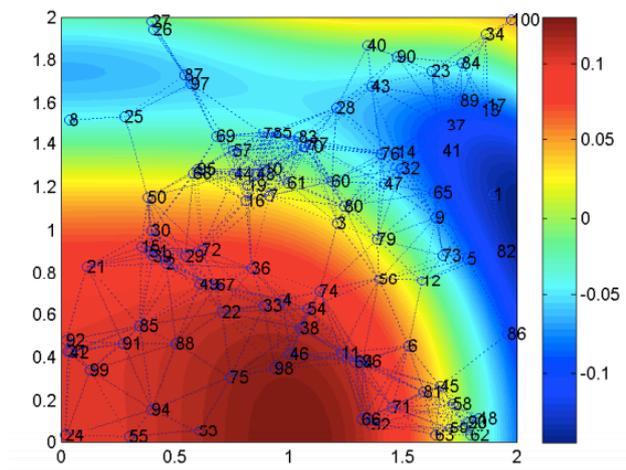
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada sistem mitigasi bencana berbasis IoT terdapat dua *layer* yang menjadi pondasi utama sistem yaitu infrastruktur *layer* dan data *layer* [1]. Pada dua layer ini terapat *node-node* sensor yang menjadi bagian paling luar dari sistem mitigasi bencana untuk mendapatkan data dari fenomena-fenomena alam yang dapat menandakan terjadinya bencana. Jumlah *node* sensor yang digunakan juga akan menentukan luas cakupan dari sistem mitigasi yang akan dibuat. Penelitian ini berfokus untuk melakukan optimasi jumlah *node* yang digunakan dengan daerah cakupan sebuah sistem mitigasi bencana. Pada penelitian ini teknik optimasi yang akan digunakan adalah *compressed sensing*.

Teknik *compressed sensing* adalah salah satu topik unggulan pada bidang pengolahan sinyal digital pada beberapa tahun belakangan ini. Teknik ini telah berhasil mengubah cara pencuplikan sinyal konvensional yang memenuhi kaidah Nyquist dimana mengharuskan sinyal harus dicuplik berulang kali dengan kecepatan frekuensi minimal dua kali frekuensi sinyal yang akan dicuplik [2]. *Compressed sensing* pertama dikenalkan oleh Donoho pada tahun 2006 yang mengemukakan bahwa sebuah sinyal yang jarang (*sparse*) dapat dicuplik dengan frekuensi pencuplikan yang jauh lebih rendah dari teorema Nyquist [3]. *Compressed sensing* sendiri telah dimanfaatkan pada teknik pengolahan citra, pada perhitungan estimasi kanal saluran nirkabel, dan pada akuisisi data pada sistem IoT [4-7].

Pengimplementasian teknik *compressed sensing* pada sistem mitigasi bencana sangat dimungkinkan dikarenakan struktur parameter penentu bencana seperti suhu, kelembapan, curah hujan, angin, dll, juga akan memiliki sifat yang jarang (*sparse*), dimana parameter yang diukur hanya akan memiliki nilai yang signifikan pada saat terjadi bencana. Shancang Li et.al, pertama mengemukakan bahwa teknik *compressed sensing* dapat dimanfaatkan pada jaringan sensor nirkabel untuk menekan jumlah *node* yang diperlukan untuk mendeteksi sebuah fenomena alam [6]. Hal ini dikarenakan adanya korelasi antara daerah-daerah yang berdekatan sehingga hasil pembacaan sensor pada daerah tersebut hampir tidak memiliki perbedaan. Pada Gambar 2 menunjukkan cara peletakan sensor yang ditemukan oleh Shancang Li dengan menggunakan teknik *compressed sensing*. Pada gambar 2 terlihat bahwa untuk daerah-daerah yang memiliki

korelasi data yang tinggi hanya diperlukan satu *node* sensor. Pada referensi ini dapat menekan jumlah pemakaian sensor hingga 70%.

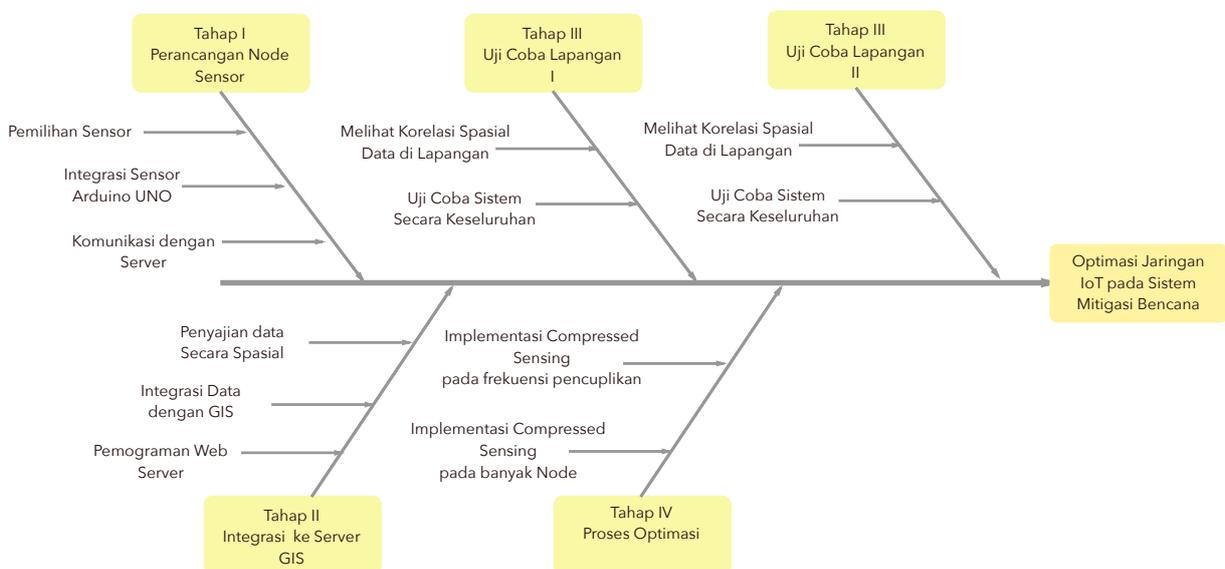


Gambar 2. Teknik Peletakan *Node* Sensor dengan Teknik *Compressed Sensing* [6]

Teknik yang sama juga dapat dipakai untuk menekan banyaknya pencuplikan yang dilakukan oleh sensor sehingga dapat menekan daya yang diperlukan. Jun Zhou et.all melakukan perancangan hardware hardware untuk teknik pencuplikan acak dengan metode *compressed sensing* dan *level crossing* [7]. Publikasi ini mengungkapkan bahwa dengan menggunakan teknik *compressed sensing* dapat meningkatkan penghematan daya pada sebuah perangkat IoT sampai dengan 82% dibandingkan dengan metode pencuplikan yang konvensional.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Tahap pengerjaan penelitian ini akan dibagi dalam tiga tahapan utama dan dua kali uji coba lapangan, tiga tahapan utama yaitu pengerjaan hardware untuk membuat *node* sensor berbasis IoT menggunakan Arduino UNO. Pembuatan software yang meliputi webserver GIS untuk memproses semua data yang didapat oleh sensor ke penampilan data secara spasial. Dan terakhir adalah proses optimasi dengan menggunakan teknik *compressed sensing*. Untuk menyederhanakan permasalahan, fenomena bencana yang akan diamati adalah banjir dan longsor. Daerah yang akan diamati adalah daerah perbatasan Kota Padang dengan Kota Solok yang memiliki tingkat intensitas longsor dan banjir yang tinggi. *Fish bone* diagram dari penelitian ini dapat dilihat dari Gambar 3.

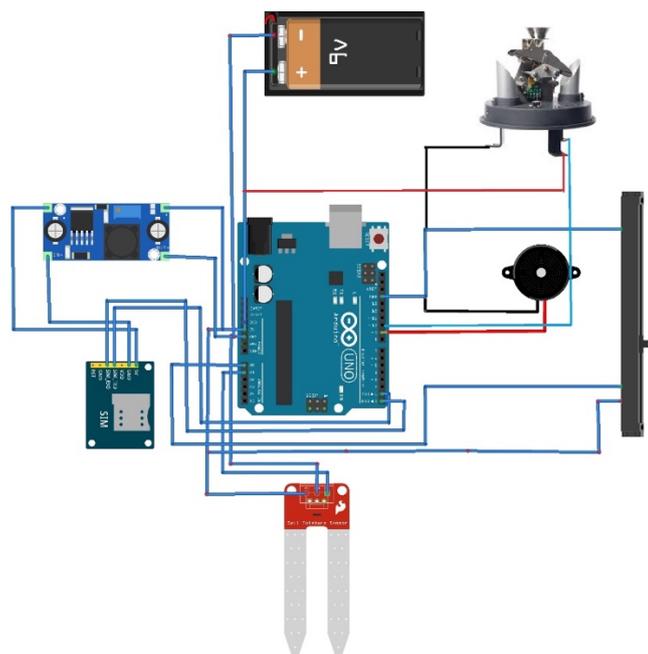


Gambar 3. *Fish bone* Diagram dari penelitian

3.1 Perancangan *Node* Sensor

Untuk mendeteksi terjadinya banjir maka sensor yang diperlukan adalah sensor *rain gauge* dan sensor *waterflow*. Sensor ini akan mendeteksi intensitas hujan dan pergerakan air apabila terjadinya banjir. Sedangkan untuk mendeteksi longsor diperlukan sensor *soil moisture*, sensor *rain gauge* dan sensor suhu. Longsor sangat mungkin terjadi apabila tingkat kelembapan tanah dan curah hujan tinggi.

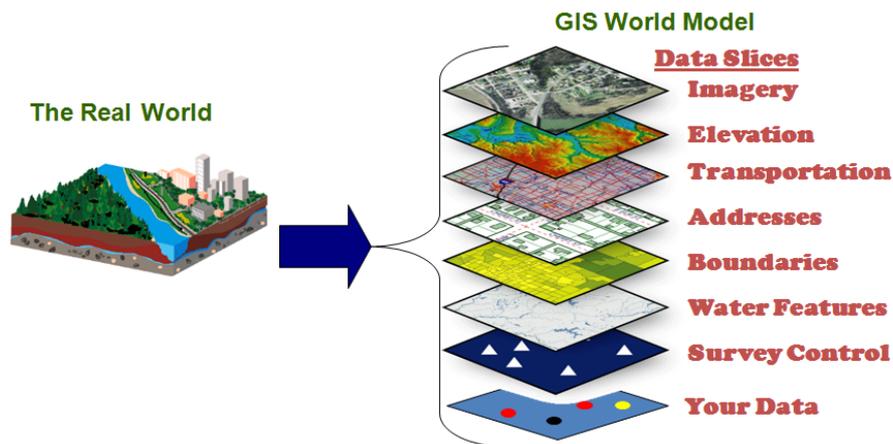
Node sensor yang akan digunakan pada sistem mitigasi ini memiliki komponen utama Arduino UNO sebagai otak komputasi dan pengolah data. Semua data dari sensor akan terhubung dan diolah menjadi sinyal digital pada Arduino UNO. Sebagai media komunikasi antara Arduino UNO dengan server GIS, sebuah modul GSM SIM 800L digunakan untuk melakukan pertukaran data. Arduino akan mengatur banyaknya pertukaran data antara modul GSM dengan server. Struktur dari *node* sensor yang akan dirancang dapat dilihat pada Gambar 4. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah dapat terbacanya data sensor-sensor oleh Arduino UNO.



Gambar 4. Node Sensor IoT

3.2 Integrasi ke Server GIS dan Uji Coba Lapangan I

GIS adalah sebuah *framework* untuk mengolah, menyimpan dan memanipulasi data secara geospasial. GIS dapat menampilkan informasi yang lebih akurat dan lengkap dibandingkan dengan peta biasa seperti *Google Map* seperti yang terlihat pada Gambar 5. Uji coba lapangan I pada penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan hubungan korelasi antar daerah yang memiliki nilai pembacaan sensor yang sama. Indikator keberhasilan pada tahap ini adalah dapat disajikannya data – data dari 20 *node* sensor secara spasial.



Gambar 5. Representasi Informasi Spasial pada GIS

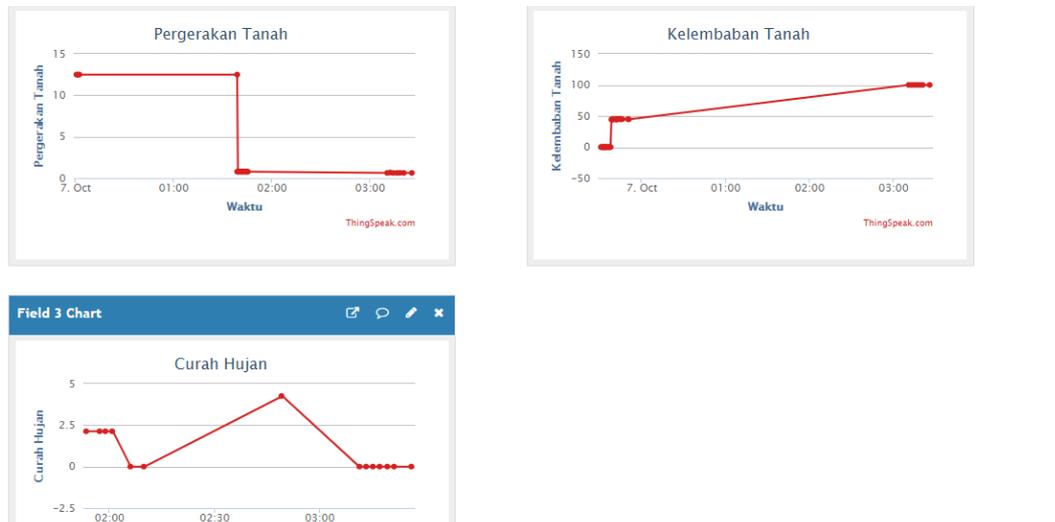
3.3 Optimasi Node Sensor dan Uji Coba Lapangan II

Dari data spasial yang didapat dari pengolahan GIS maka dapat dilihat korelasi kesamaan data pada daerah-daerah yang berdekatan. Pada tahapan ini maka akan dilakukan optimasi pengurangan *node* sensor, dimana pada daerah-daerah dengan korelasi kesamaan data yang tinggi digantikan oleh satu *node* sensor saja. Pada tahap ini juga akan dioptimasi frekuensi pengiriman data. Metoda *compressed sensing* untuk pengurangan jumlah *node* akan diaplikasikan pada server GIS untuk mengolah data bacaan sensor yang sedikit menjadi luaran yang mencakup seluruh wilayah cakupan sistem. Sedangkan, teknik *compressed sensing* untuk pengurangan frekuensi pengiriman data akan diaplikasikan pada Arduino UNO. Uji coba lapangan kedua pada tahapan ini diharapkan dapat melihatkan perbandingan performa sistem dengan dan tanpa optimasi. Indikator keberhasilan pada tahapan ini adalah dapat dikurangnya jumlah *node* sensor dan pemakaian daya lebih dari 25% tanpa mengorbankan performa sistem.

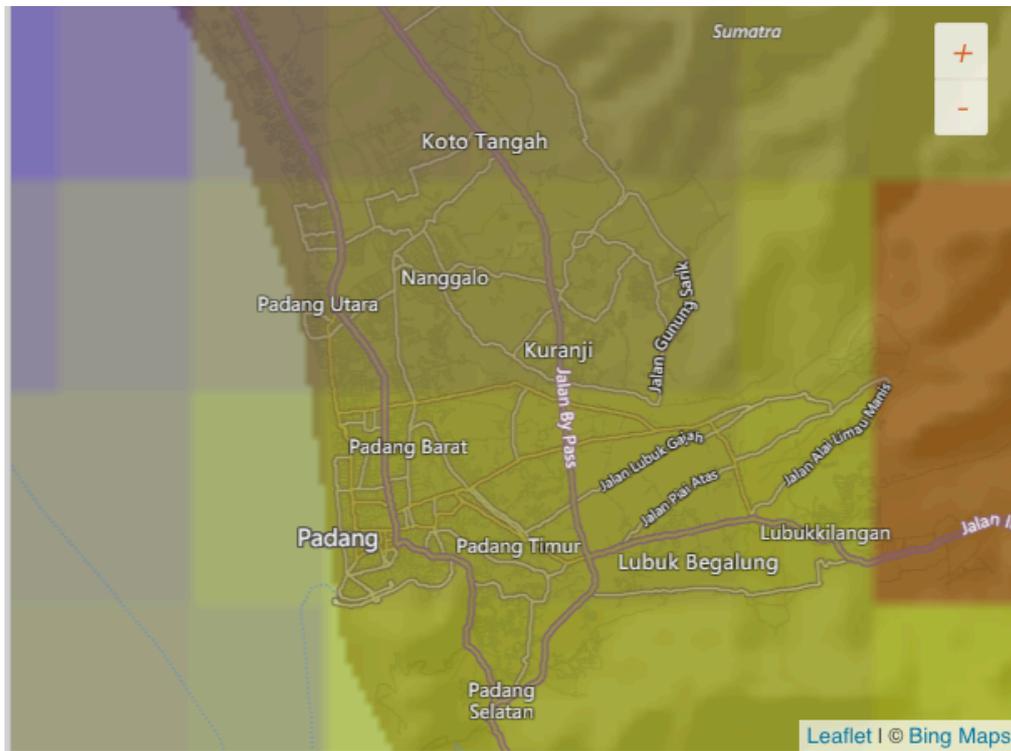
BAB IV PENGUJIAN DAN KESIMPULAN

Pengujian alat di dengan menyebarkan beberapa node di beberapa titik di kota Padang. memiliki beberapa sensor setiap nodenya dan bisa saling berkomunikasi dengan server melalui router atau yang lebih dikenal dengan konsep multi-hop communication di dalam jaringan komunikasi.

Dari simulasi yang telah dilakukan jarak ideal end device dengan router untuk bisa mengirimkan data dari sensor node dan komponen yang digunakan seperti terlihat pada table dibawah ini:

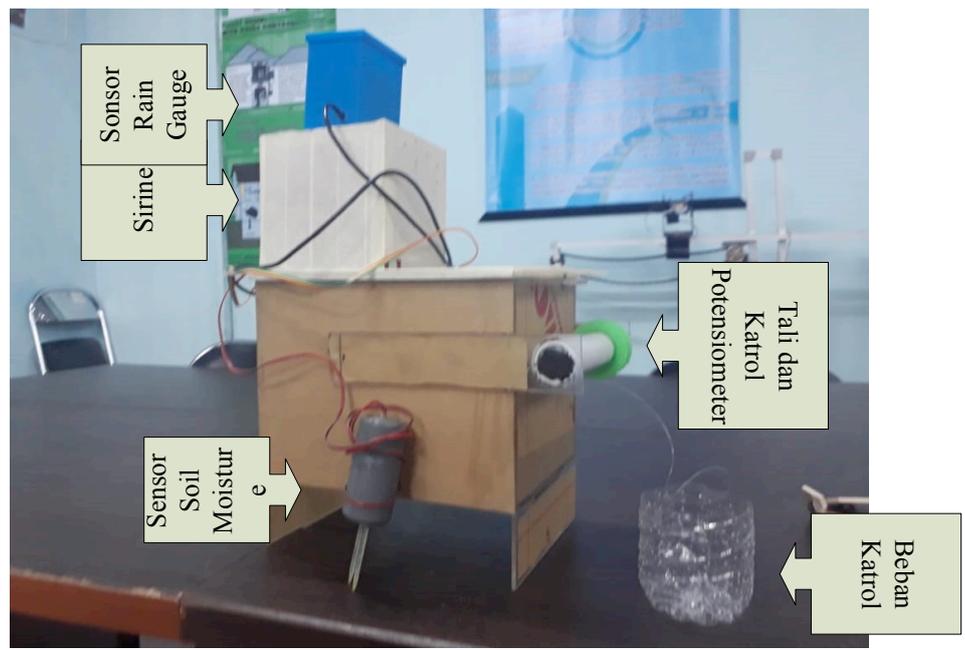
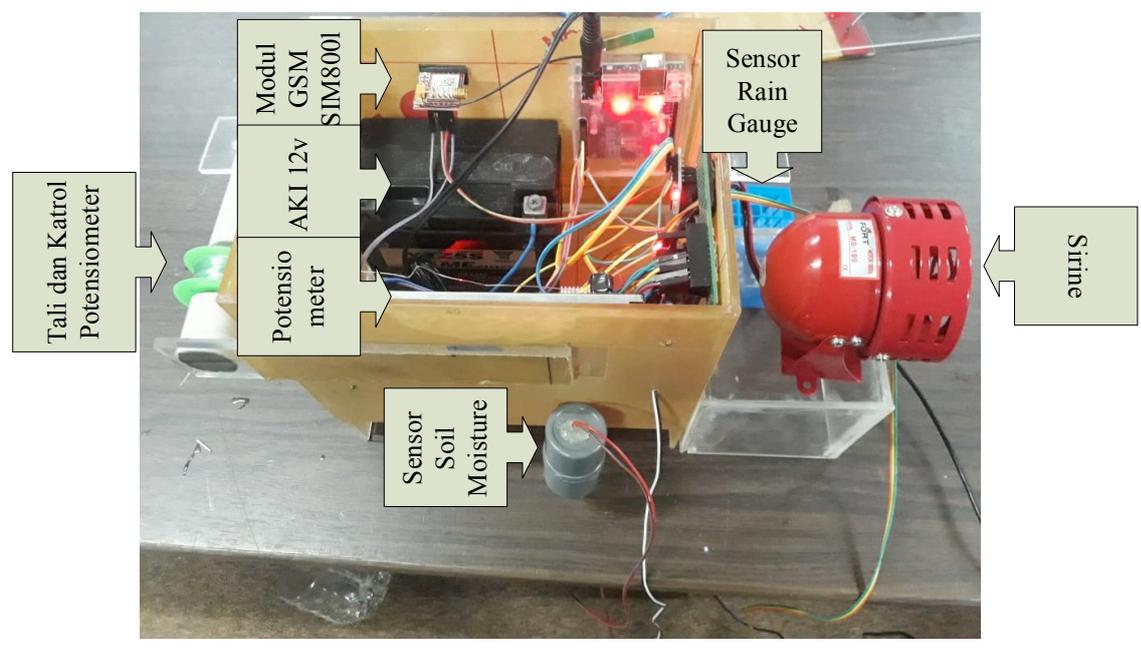


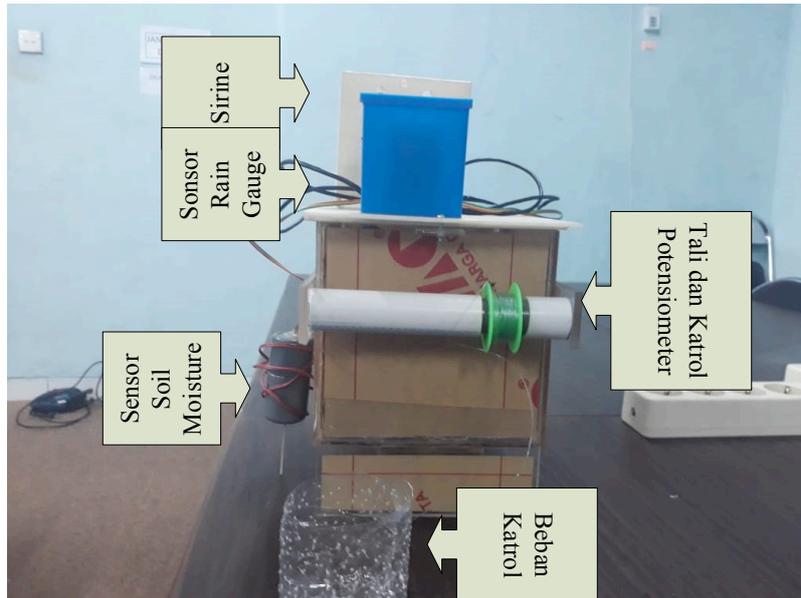
4.1 Pemantauan data node IoT pada dashboard web



Gambar 4.2. Hasil Pemetaan Curah Hujan Kota Padang

LAMPIRAN





Keterangan gambar di atas :

- a. Potensiometer digunakan untuk mengetahui pergeseran tanah.
- b. Sensor *rain gauge* digunakan untuk mengetahui tingkat curah hujan.
- c. Sensor *soil moisture* digunakan untuk mengetahui kelembaban pada tanah.
- d. Arduino Uno digunakan untuk pengontrol perangkat keras.
- e. SIM800L digunakan sebagai media komunikasi.
- f. RTC digunakan sebagai jam pada sistem .
- g. Relay digunakan untuk mengontrol sirine.
- h. *Step Down* digunakan sebagai penurun tegangan yang masuk ke modul GSM SIM800L dan Arduino UNO.
- i. Sirine digunakan untuk memberikan peringatan berupa suara.
- j. Aki 12v digunakan untuk sumber daya.



DAFTAR PUSTAKA

[1] P. P. Ray, M. Mukherjee and L. Shu, "Internet of Things for Disaster Management: State-of-the-Art and Prospects," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 18818-18835, 2017.

[2] B. Widrow, "A Study of Rough Amplitude Quantization by Means of Nyquist Sampling Theory," in *IRE Transactions on Circuit Theory*, vol. 3, no. 4, pp. 266-276, Dec 1956.

[3] D. L. Donoho, "Compressed sensing," in *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 52, no. 4, pp. 1289-1306, April 2006.

[4] Camera for single pixel acoustic compressive sensing in air - Rogers, Jeffrey S. et al. arXiv:1707.00618, Jun 22, 2017.

[5] R. Ferdian, Y. Hou and M. Okada, "A Low-Complexity Hardware Implementation of Compressed Sensing-Based Channel Estimation for ISDB-T System," in *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 63, no. 1, pp. 92-102, March 2017.

[6] S. Li, L. D. Xu and X. Wang, "Compressed Sensing Signal and Data Acquisition in Wireless Sensor Networks and Internet of Things," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 9, no. 4, pp. 2177-2186, Nov. 2013.

[7] J. Zhou et al., "Compressed Level Crossing Sampling for Ultra-Low Power IoT Devices," in *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 64, no. 9, pp. 2495-2507, Sept. 2017.