

**Kode>Nama Rumpun Ilmu\*: 458 / Teknik Informatika  
Bidang Fokus\*\*:Teknologi Informasi dan Komunikasi**

**LAPORAN AKHIR  
BENUA MARITIM INDONESIA SPESIFIK**



**STUDI PENERAPAN INDUSTRI CERDAS  
DENGAN KOMPUTASI KABUT (*FOG COMPUTING*)**

**TIM PENGUSUL:**

**Ketua:** Dr. Eng. Zulkifli Tahir, ST. MSc. (NIDN: 0003048403)

**Anggota-1:** Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT. (NIDN: 0010107302)

**Anggota-2:** Dr. Eng. Muhammad Niswar, ST. M. InfoTech. (NIDN: 0022097301)

**Anggota-3:** Adnan ST, M.T, Ph.D (NIDN: 0026047403)

**FAKULTAS TEKNIK, UNHAS  
NOVEMBER, 2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN BENUA MARITIM INDONESIA SPESIFIK**

Judul Penelitian : Studi Penerapan Industri Cerdas dengan Komputasi Kabut  
Kode>Nama Rumpun Ilmu : 458 / Teknik Informatika  
Bidang Unggulan PT : Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Topik Unggulan : Infrastruktur TIK: Meningkatkan kemampuan SDM dan Industri dalam negeri dalam menunjang perkembangan TIK

**Ketua Peneliti:**

a. Nama Lengkap : Dr. Eng. Zulkifli Tahir ST., M.Sc.  
b. NIDN : 0003048403  
c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli  
d. Program Studi : Teknik Informatika  
e. Nomor HP : 081245925252  
f. Alamat surel (email) : zulkifli@unhas.ac.id

**Anggota Peneliti I:**

a. Nama : Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT.  
b. NIDN : 0010107302  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

**Anggota Peneliti II:**

a. Nama : Dr. Eng. Muhammad Niswar, ST. M. InfoTech.  
b. NIDN : 0022097301  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

**Anggota Peneliti III:**

a. Nama : Adnan ST, M.T, Ph.D  
b. NIDN : 0026047403  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

Lama Penelitian Keseluruhan : 1 Tahun

**Biaya Penelitian:**

- Diusulkan ke Unhas : Rp. 75.000.000,-  
- Dana yang diterima : Rp. 43.000.000,-

Makassar, 24-08-2018

Ketua Peneliti

(Dr. Eng. Zulkifli Tahir, S.T., M.Sc)  
NIP. 19840403 201012 1 004



(Prof. Dr. Andi Alimuddin Unde, M.Si)  
NIP. 19620118 198702 1 001

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>1</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>BAB 4. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>8</b>
<b>BAB 5. HASIL YANG TELAH DICAPAI.....</b>	<b>10</b>
<b>BAB 6. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA.....</b>	<b>11</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>12</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN.....</b>	<b>14</b>

## RINGKASAN

Penerapan industri cerdas (*Smart Industry*) tidak dapat terlepas dari pembelajaran penerapan berbagai macam sensor yang dilanjutkan dengan analisis data secara intensif. Paradigma komputasi baru untuk sistem yang terpisah secara geografis memerlukan sistem yang mampu memonitor performansi sistem dan kecerdasan sistem kontrol. Konsep komputasi kabut (*Fog Computing*) merupakan konsep yang dapat diterapkan dengan meningkatkan komputasi pada level jaringan paling bawah, yaitu komponen yang paling dekat dengan sensor. Pada penelitian ini akan dipelajari hirarki arsitektur *multi layer Fog Computing* untuk mendukung integrasi dari berbagai macam infrastruktur komponen dan layanan untuk pengembangan *Smart Industry*. Pembelajaran tersebut meliputi arsitektur komputasi dan komunikasi, jaringan sensor dan teknologi komputasi cerdas. Studi kasus yang telah digunakan yaitu infrastruktur komponen pada mesin Robot Lengan Cerdas (*Smart Robot Arm*). Tahap selanjutnya adalah dengan menginstalasi sensor-sensor untuk memonitor proses kerja, kemungkinan kesalahan kerja dan umpan balik proses pemeliharaan mesin tersebut. Prototype sistem *Smart Robot Arm* telah dikembangkan berdasarkan hasil dari eksperimen dan evaluasi. Hasil dari penelitian ini menjadi demonstrasi awal dan pembelajaran nyata untuk diterapkan pada komponen dan layanan lainnya, dalam kaitannya untuk mendukung terciptanya *Smart City*, khususnya pada provinsi Sulawesi-Selatan di masa yang akan datang.

Keyword : *Smart Industry, Fog Computing, Smart Robot Arm.*

## BAB 1. PENDAHULUAN

Sekitar satu dekade ini, konsep *Smart City* telah menjadi topik peminatan utama di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka mengatasi masalah-masalah yang berkaitan dengan peningkatan kebutuhan masyarakat perkotaan. Sudah banyak perusahaan yang menginisiasikan proyek untuk mengintegrasikan produk dan layanan mereka kedalam kerangka arsitektur *Smart City*. Untuk menjamin ketersediaan sumber daya, layanan dan infrastruktur di perkotaan diperlukan teknologi yang makin cerdas untuk mengintegrasikan berbagai infrastruktur komponen dan layanan dalam area energi, bangunan, transportasi, kesehatan, edukasi, perumahan, perindustrian dan utilitas publik (W. Su. *et.al.*, 2012; H. Chourabi *et.al.*, 2012).

Beberapa tantangan untuk menciptakan *Smart City* dapat dideskripsikan kedalam beberapa topik. Pertama, pengembangan jaringan sensor yang akurat, *real-time*, dan dalam skala geografi yang besar. Kedua, pengembangan sistem sensor yang besar menyebabkan perkembangan jumlah data yang besar, yang membawa kita ke tantangan teknologi *Big Data*. Ketiga, komunikasi antara mesin dengan mesin, manusia dengan mesin, manusia dengan manusia, akan mengakibatkan trafik jaringan komunikasi yang besar, yang penerapannya dinamakan *Internet of Things* (IoT). Dan terakhir, integrasi dari infrastruktur komponen dan layanan pada *Smart Industry* memerlukan sistem monitoring yang efisien dan sistem umpan balik yang cepat (sistem pendukung keputusan) untuk menjamin kepuasan masyarakat.

Sekarang ini, paradigma komputasi awan (*Cloud Computing*) banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan untuk melakukan analisis *Big Data*. Akan tetapi, data yang tersimpan pada sistem *Cloud Computing* memiliki tantangan jika data sangat besar dan terdapat di banyak lokasi geografi yang berbeda-beda, dimana sistem tersebut memerlukan umpan balik yang cepat disisi jaringan yang paling dekat dengan sensor (yang nantinya akan banyak diterapkan pada konsep *Smart City*). Sekarang ini teknologi *Fog Computing*, yang di usulkan oleh *Cisco*, mengembangkan paradigma *Cloud Computing* untuk dapat bekerja baik pada aplikasi dengan permasalahan letak geografikal (F. Bonomi *et.al.*, 2012). Teknologi *Fog Computing* bukan hanya dapat menjamin kecepatan kinerja pada jaringan level bawah (di dekat sensor), tetapi menjamin efisiensi pada level jaringan di tengah, yaitu jaringan sebelum mencapai tempat pengolahan data utama (*data*

center). Sedangkan teknologi *Cloud Computing* tetap dapat digunakan pada *data center* untuk melakukan analisa *Big Data*.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari konsep *Fog Computing*.
2. Menerapkan arsitektur *Fog Computing* pada *Smart Robot Arm*

Sasaran dari penelitian ini secara singkat sebagai berikut:

1. Mempelajari dan menerapkan konsep baru *Fog Computing* untuk diterapkan pada mesin *Smart Robot Arm di Smart Industry*.
2. Secara bertahap mengembangkan ilmu pengetahuan untuk di terapkan dalam konsep *Smart City*.

Dengan menggunakan kasus pembelajaran infrastruktur komponen pada mesin *robot arm*, prototipe sistem akan di kembangkan dengan menggunakan paradigma *Fog Computing* untuk mendemonstrasikan fisibilitas dan efektifitas dari sistem, yang nantinya dapat di implementasikan pada komponen dan layanan lain untuk mendukung penerapan Makassar sebagai *Smart City* di masa yang akan datang. Penelitian ini juga sesuai dengan salah satu visi dalam RENSTRA UNHAS 2016-2020 yaitu menerapkan dan menyebarkan ilmu pengetahuan, teknologi, seni dan budaya bagi kemaslahatan benua maritim Indonesia.

Target-target penelitian ini di perlihatkan pada rencana target capaian tahunan pada Tabel I berikut:

Tabel I. Rencana target capaian tahunan

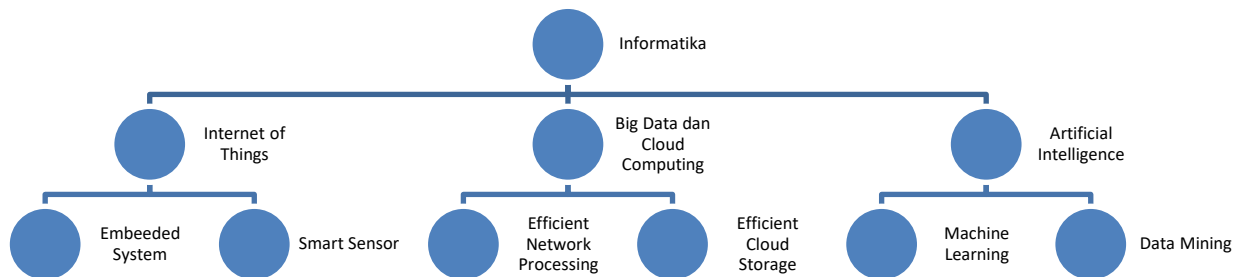
No	Jenis Luaran				Indikator Capaian
	Kategori	Sub Kategori	Wajib	Tambahan	Tahun 2018 (TS)
1	Artikel ilmiah dimuat di jurnal	Internasional Bereputasi			Published
2	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)				Skala 3

## BAB 2. RENSTRA DAN PETA JALAN PENELITIAN PERGURUAN TINGGI

Strategi dasar penelitian Unhas adalah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEKS) berbasis keunikan Benua Maritim Indonesia (BMI) dan kearifan lokal. Dalam bidang penelitian, Unhas mendorong keterlibatan sivitas akademika dari berbagai pohon, cabang dan ranting ilmu untuk mampu melakukan transformasi, pengembangan, dan/atau penyebarluasan IPTEKS berbasis BMI melalui empat klasifikasi kegiatan utama, yaitu:

1. Penelitian berbasis BMI spesifik;
2. Publikasi penelitian berkualitas;
3. Pengembangan unit-unit penelitian unggulan;
4. Pengembangan jejaring dan Kemitraan Institusional.

Berdasarkan RESTRA Unhas, penelitian berbasis Maritim Indonesia Spesifik (BMIS) dimaknai sebagai suatu kajian spesifik dengan nilai-nilai keunggulan dan kebermanfaatan yang dilakukan oleh sekelompok bidang ilmu terkait. Rencana penelitian sekarang ini adalah melakukan pembelajaran dan kajian spesifik terhadap keunggulan dan manfaat penerapan konsep *Smart City* dalam rangka mengembangkan IPTEKS sesuai dengan fokus ilmu yang dimiliki oleh Departemen Teknik Informatika (DIF) Unhas. DIF Unhas sekarang ini memiliki tiga konsentrasi, yaitu *Big Data* dan *Cloud Computing*, *Internet of Things* (IoT), dan Kecerdasan buatan dan robotika. Jika ditinjau dari proses deduksi dan induksi, maka pencabangan penelitian ilmu informatika khususnya di Universitas Hasanuddin dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 1. Struktur penelitian ilmu informatika**

Pada konsep penelitian kali ini mengenai *Smart City*, konsep tersebut akan menggabungkan ketiga sub kajian ilmu diatas yang terkait satu sama lain. Integrasi akar keilmuan akan dibutuhkan sejalan dengan level integrasi sistem yang ditinjau. Hal tersebut terperinci dalam:

1. *Artificial Intelligence* (kecerdasan buatan) diperlukan untuk mewujudkan konsep *Smart Robot Arm*. Algoritma untuk *Smart Sensor* dikembangkan untuk mengenali parameter-parameter yang akan digunakan pada saat menganalisa sistem.
2. Teknologi IoT dipergunakan untuk dapat mengkoneksikan keseluruhan perangkat dan jaringan.
3. Pada sisi server, teknologi *Big Data* dan *Cloud Computing* tetap dapat dipergunakan untuk kesempurnaan sistem.

Pada penelitian kali ini digunakan *road map penelitian* yang menjadi dasar kerja penelitian yang dilakukan pada saat ini. *Road map* penelitian tersebut di perlihatkan pada Tabel II.

Tabel II. Road Map Penelitian

Topik Penelitian/Riset	Road Map				
	2008	2015	2018	2019	2020
Pengembangan <i>Smart Industri</i> dalam mendukung konsep <i>Smart City</i> pemerintah	Sistem Pendukung Keputusan untuk Perindustrian	Penerapan Konsep Kecerdasan Buatan dan Teknologi web terkini untuk perindustrian	Penerapan <i>Smart Industry</i> dengan teknologi informatika terkini.	Integrasi sistem <i>Smart Industri</i> pada perindustrian nyata.	Penerapan teknologi yang <i>Smart Industry</i> untuk perkembangan <i>Smart City</i> .

Topik penelitian ini sudah di kerjakan sejak tahun 2008. Berkembangnya konsep *Smart Industry* dengan teknologi infomatika terkini, yaitu Fog Computing menjadi konsep yang akan diteliti sekarang ini. Rencana kedepan akan di integrasikan ke perindustrian nyata dan menerapkan konsep tersebut ke perkembangan *Smart City* di kota-kota di Sulawesi –Selatan.

### 3. TINJAUAN PUSTAKA

Secara umum, mesin *Robot Arm* adalah mesin yang sering digunakan untuk membantu proses produksi pada perindustrian. Penggunaan sensor dan mesin kontrol untuk diintegrasikan ke *Robot Arm* merupakan topik yang terus diteliti dan dikembangkan (K. S. Hwang *et.al.*, 2017, J. Tang *et.al.*, 2016). Kebanyakan penelitian tersebut masih fokus terhadap pengembangan sensor dan mesin kontrol, namun belum banyak yang mengkaji penerapan sistem tersebut pada teknologi terkini.

Tabel III. *Road map* publikasi riset

Tahun	Judul Penelitian	Publikasi
2008	Maintenance decision support system in small and medium industries: an approach to new optimization model	IJCSNS, International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.8 No.11, Seoul, Korea November 2008.
2010	An Analytic Hierarchy Process Approach for Maintenance Strategy in Small and Medium Industries	The 6th International Conference on Information & Communication Technology and Systems, ICTS 2010, Surabaya, Indonesia, 2010.
2010	CNC PCB drilling machine using Novel Natural Approach to Euclidean TSP	IEEE 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology, Chengdu, China, 2010.
2015	Artificial Neural Network Approach for Maintenance Strategy of Machinery in Small and Medium Industries	The International Conference on Innovation, Management and Industrial Engineering (IMIE), pp. 340, 2015, Sapporo, Japan
2015	The analysis of Automated HTML5 Offline Services (AHOS)	IEEE International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences (ICIIBMS), pp. 62-66, November 2015, Okinawa, Japan.

Sekarang ini, sistem perindustrian dan mesin terkolaborasi dan terkoneksi dengan kemampuan analisa data sehingga dapat memprediksi dan mendukung keputusan untuk pengembangan proses di perindustrian (J. Lee *et. al.*, 2014). Konsep IoT yang mengkoneksikan sensor yang bervariasi ke dalam infrastruktur Industri telah dilakukan oleh peneliti untuk mengotomatisasikan proses industri (N. Kaur and S. K. Sood, 2015). Peneliti lainnya menerapkan konsep wireless terbaru seperti LoRa untuk mengetahui kehandalan dari sistem wireless tersebut di perindustrian (M. Rizzi *et. al.*, 2017). Penelitian-penelitian lain melakukan review dan

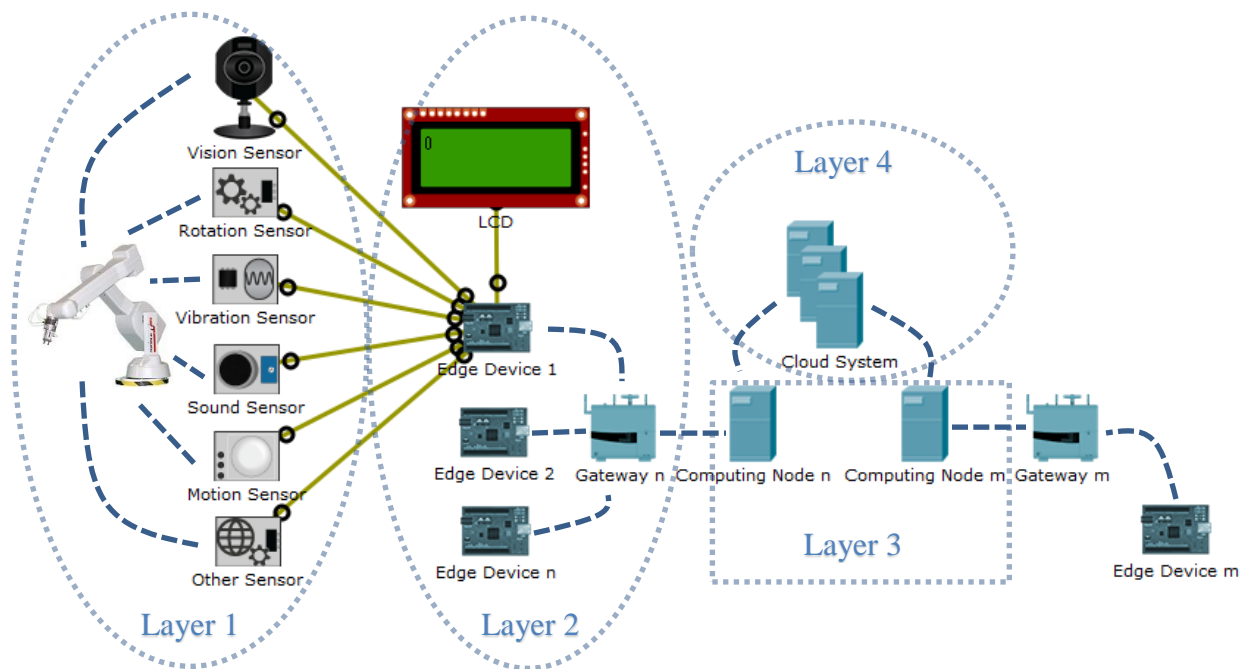
pembelajaran terhadap industri generasi ke 4 (Industri 4.0) dengan melihat kelebihan dan kehandalan dari teknologi terkini seperti IoT dan *Big Data* (F. Shrouf *et. al.*, 2014; S. Wang *et. al.*, 2016). Konsep *Fog Computing* pada IoT merupakan konsep baru yang akan dipelajari sebagai pengembangan dari *Cloud Computing* dengan beberapa fitur seperti kehandalan lokasi, latensi yang rendah dan sebagainya (S. Zahra *et al.*, 2017).

Penelitian kali ini menitik beratkan konsep *Fog Computing* dengan melakukan pembelajaran untuk diimplementasikan pada mesin industri, dalam hal ini menggunakan mesin *Robot Arm*. Sistem tersebut juga sebagai pengembangan penelitian-penelitian kami sebelumnya yang terus mendukung pengembangan perindustrian yang diperlihatkan pada Tabel III. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat memberikan sumbangsi pengembangan ilmu pengetahuan dengan menghasilkan konsep yang bukan hanya menghasilkan *Smart Robot Arm* atau *Smart Industry*, tetapi juga secara bertahap untuk penerapan *Smart City* di kota Makassar.

#### **BAB 4. METODE PENELITIAN**

Mesin *Robot Arm* merupakan mesin yang penting bagi beberapa perindustrian tertentu. Namun mesin ini tidak dapat terlepas dari kesalahan kerja seperti pada mesin-mesin perindustrian lainnya. Hal itu disebabkan oleh banyak hal, diantaranya penuaan umur mesin, kesalahan instalasi awal, kesalahan penggunaan *runtime*, dan sebagainya. Kesalahan kerja mesin *Robot Arm* dapat menghambat proses produksi dan dapan menimbulkan kerugian besar. Teknologi *Smart Robot Arm* diharapkan dapat mengurangi kesalahan kerja mesin *Robot Arm* dengan kemampuan memonitor dan mendeteksi parameter-parameter kesalahan kerja mesin.

Pada penelitian kali ini, kami mengusulkan penggunaan konsep multi layer *Fog Computing* (Gambar 2). Konsep ini diharapkan menghasilkan sistem monitoring yang akurat dan secara nyata (*real-time*) dan juga dapat memberikan pendeteksian terhadap kemungkinan kesalahan kerja dari parameter yang melebihi ambang batas. Pendeteksian ambang batas dikerjakan dengan pembuatan algoritma pembelajaran mesin (*machine learning algorithm*) pada perangkat di jaringan level bawah.



**Gambar 2. Konsep Multi Layer Fog Computing**

Konsep multi layer *Fog Computing* dapat dijelaskan sebagai berikut:

### **Layer 1: Jaringan sensor**

Pada layer ini, beberapa sensor direncanakan digunakan untuk memonitor parameter-parameter kesalahan kerja mesin *Robot Arm*. Sensor tersebut antara lain sensor getar (*vibration*), sensor gerak (*motion*), sensor kamera (*vision*), sensor suara (*Sound*), sensor kontak, sensor potensi rotasi, sensor laser pendeteksi hambatan, sensor tenaga putaran, dan sebagainya.

### **Layer 2: Perangkat dekat sensor (*Edge device*)**

Pada layer ini terdiri dari perangkat komputer paralel kecil yang berfungsi memonitor potensi kesalahan kerja mesin dan mengirimkan signal jika kesalahan terjadi atau akan terjadi. *Machine learning algorithm* seperti *Neural Network*, *Support Vector Machine*, *Nearest Neighbors*, *clustering* dan sebagainya dapat digunakan untuk mendefinisikan pola awal kerja mesin dan mendeteksi keanehan pada pola. Metode *learning* akan dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan data eksperimen yang didapatkan. Selain itu dapat dilakukan analisis performansi terhadap pengiriman data dari dan menuju ke layer *Fog Computing* yang lainnya.

### **Layer 3: Perangkat di jaringan tengah (*Computing node*)**

Perangkat ditengah jaringan pada prinsipnya sebuah *computing node* yang akan mengkoneksikan mulai dari sepuluh sampai ratusan perangkat layer 2, sebagai upaya penerapan nyata konsep *Smart City*. Data yang dikirimkan dari perangkat-perangkat layer 2 dimonitor dari lokasi yang bervariasi. Tujuannya adalah selain untuk membantu kinerja server dan jaringan, juga untuk mendeteksi kemungkinan kesalahan yang besar dari banyak perangkat.

### **Layer 4: Pusat server (*Cloud Computing*)**

Layer paling atas sebagai pusat data server digunakan *Cloud Computing*. Sistem tersebut pada prinsipnya akan menerima data dari setiap perangkat di jaringan tengah. Sebagai implementasi dapat digunakan sistem *cloud* dengan menggunakan Hadoop, MapReduce dan sebagainya. Sistem tersebut diharapkan dapat melayani data dengan skala yang besar dengan otomatisasi sistem paralel.

## **BAB 5. HASIL YANG TELAH DICAPAI**

Adapun keluaran bertahap adalah sebagai berikut:

Tahapan	Keluaran
Bulan-04	Pembuatan rancangan riset dan studi literatur
Bulan-05	Persiapan pelaksanaan riset
Bulan-06	Pembelajaran dan pengambilan data analitik
Bulan-07	Studi desain dan kelayakan sistem
Bulan-08	Studi analitik kelayakan ilmiah skala laboratorium
Bulan-09	Validasi sistem dan perbaikan
Bulan-10	Finalisasi algoritma, model, dan kelayakan sistem di laboratorium
Bulan-11	Pembuatan publikasi nasional dan/atau internasional (Jurnal/Prosiding), dan pembuatan laporan penelitian
Bulan-12	Perbaikan sistem berdasarkan presentasi publikasi

Pada penelitian ini, telah dilakukan pembuatan rancangan riset dan studi literatur terhadap topik-topik riset yang berkaitan. Persiapan pelaksanaan riset dengan mencari perangkat-perangkat yang bersesuaian dengan penelitian pada media online telah dilakukan. Pembelajaran untuk data analitik juga telah dilakukan, dengan memperhatikan riset-riset yang bersesuaian. Setelah itu dilakukan pembelajaran terhadap desain alat yang digunakan dan kelayakan terhadap sistem yang di targetkan. Robot uArm robot di gunakan, namun terdapat beberapa kendala dengan rusaknya *feedback* pada servo lengan, dan kalibrasi yang gagal. Namun hal tersebut dapat diakali dengan pergerakan tangan robot yang bersesuaian. Studi analitik terhadap kelayakan perangkat secara ilmiah skala laboratorium juga telah di lakukan. Setelah peralatan dan sistem analisa siap, kemudian algoritma dikembangkan dan model disusun berdasarkan kelayakan sistem di laboratorium. Pembuatan publikasi dilakukan setelah melakukan analisa awal terhadap sistem. Hasil revisi dari publikasi akan digunakan untuk memperbaiki sistem menjadi lebih baik dan layak digunakan.

Untuk detail hardware dan software, serta publikasi yang berkaitan dapat di lihat pada lampiran laporan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

F. Bonomi, R. Milito, J. Zhu, and S. Addepalli, 2012, "Fog computing and its role in the internet of things," in *Proc. 1<sup>st</sup> Edition MCC Workshop Mobile Cloud Comput.*, pp. 13-16.

F. Shrouf, J. Ordieres and G. Miragliotta, 2014, "Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm," *2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Bandar Sunway, pp. 697-701.

H. Chourabi *et.al.*, 2012, "Understanding smart cities: An integrative framework," in *Proc. Int. Conf. Sys. Sci.*, pp. 2289-2297.

J. Lee, H. Kao, and S. Yang, 2014, "Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment", In *Procedia CIRP*, Vol. 16, pp. 3-8, ISSN 2212-8271.

J. Tang, Z. Zhou and Y. Yu, 2016, "A Hybrid Computer Interface for Robot Arm Control," *2016 8th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, Fuzhou, pp. 365-369.

K. S. Hwang, J. L. Lee, Y. L. Hwang and W. C. Jiang, 2017, "Image base visual servoing base on reinforcement learning for robot arms," *2017 56th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE)*, Kanazawa, pp. 566-569.

M. Rizzi, P. Ferrari, A. Flammini, E. Sisinni and M. Gidlund, 2017, "Using LoRa for industrial wireless networks," *2017 IEEE 13th International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS)*, Trondheim, pp. 1-4.

N. Kaur and S. K. Sood, 2015, "Cognitive decision making in smart industry", In *Computers in Industry*, Vol. 74, pp. 151-161, ISSN 0166-3615.

S. Wang, J. Wan, D. Zhang, D. Li, C. Zhang, 2016, "Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination", In *Computer Networks*, Vol. 101, pp. 158-168, ISSN 1389-1286.

S. Zahra *et al.*, 2017, "Fog Computing Over IoT: A Secure Deployment and Formal Verification," in *IEEE Access*, vol. PP, no. 99, pp. 1-1.

W. Su., H. Eichi, W. Zeng, and M.-Y. Chow, 2012, "A survey on the electrification of transportation in smart grid environment," *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 8, no. 1, pp. 1-10.