

Pengembangan Komunitas Sistem Embedded dan Robotika di Universitas Diponegoro

Adian Fatchur Rochim
Program Studi Sistem Komputer - Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro
adian@undip.ac.id

Eko Didik Widiyanto
Program Studi Sistem Komputer - Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro
didik@undip.ac.id

Abstract

This paper presents the development of embedded systems and robotics community in Department of Computer System Engineering, Diponegoro University. Requirements in order to be a sustainable and growing community are identified. Internal processes running in the community are developed to produce excellence output in the form of human resources, products and system solutions. Processes and outcomes that have been produced are design process of line follower robot using KiCAD software and distributed sensing system for precision farming.

Keywords: R&D community, embedded system, robotic, distributed sensor, FPGA

Abstrak

Makalah ini memaparkan pengembangan komunitas sistem embedded dan robotika di Program Studi Sistem Komputer, Universitas Diponegoro. Kebutuhan yang diperlukan agar komunitas dapat berkelanjutan dan bertumbuh diidentifikasi. Proses internal yang berjalan di komunitas dikembangkan untuk menghasilkan luaran berkualitas berupa sumber daya manusia, produk dan solusi sistem. Proses dan luaran yang telah dihasilkan adalah berupa proses desain robot pengikut garis menggunakan perangkat lunak KiCAD dan sistem sensor terdistribusi nirkabel untuk aplikasi pertanian presisi.

Kata kunci: komunitas penelitian dan pengembangan, sistem embedded, robotika, sensor terdistribusi nirkabel, FPGA

1. Pendahuluan

Kemandirian suatu bangsa, terutama dalam bidang teknologi, ditentukan oleh kapasitas sumber daya manusianya (SDM). SDM yang berkualitas, berwawasan keilmuan dan terampil/ahli ini salah satunya dihasilkan oleh perguruan tinggi, khususnya Universitas Diponegoro (Undip)[1].

Program Studi Sistem Komputer Undip (Siskom) sendiri telah mempunyai visi dan misi untuk menghasilkan SDM yang mempunyai kompetensi keilmuan dan keahlian di bidang teknologi sistem komputer, melalui kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian masyarakat[2][3]. Salah satu bidang yang hendak disasar adalah teknologi sistem embedded dan robotika (Gambar 1).

Upaya yang telah dilakukan untuk menghasilkan SDM yang kompeten dan ahli di bidang sistem embedded dan robotika dilakukan di laboratorium Sistem Embedded dan Robotika Siskom (RESLab), yaitu melalui kegiatan praktikum dan penelitian.

RESLab akan mempunyai potensi yang besar untuk menghasilkan SDM yang berkualitas. Hal ini disebabkan tersedianya masukan berupa mahasiswa yang berpengetahuan. Secara alamiah, tiap tahun kemampuan dan pengetahuan mahasiswa bertambah secara dinamis seiring proses pembelajaran materi kuliah yang didapatkannya sesuai kurikulum (Gambar 2). Selain itu, adanya insentif untuk membiayai penelitian dosen yang melibatkan mahasiswa akan membuat peran laboratorium menjadi vital dalam mewujudkan satu komunitas riset dan pengembang yang unggul dan dinamis.

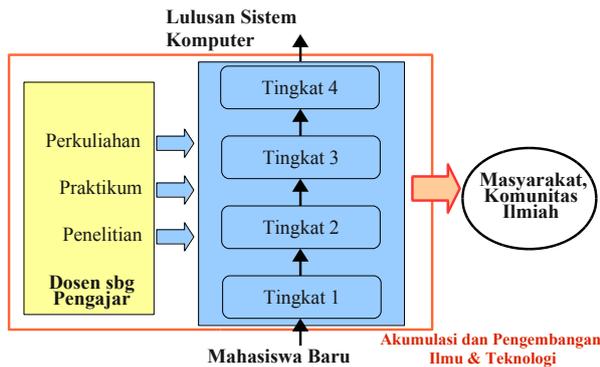


Gambar 1. Visi, misi dan kompetensi utama yang hendak disasar di Prodi Sistem Komputer, Fakultas Teknik Undip

Pertanyaan penelitian yang timbul adalah bagaimana membangun laboratorium ini sebagai wadah komunitas tersebut di atas yang dinamis, berkesinambungan dan dapat bertumbuh, baik dalam kompetensi keilmuan, penguasaan teknologi dan keahliannya? Bagaimana mengelola komunitas tersebut agar menjadi pilar dalam mewujudkan perguruan tinggi (Undip) sebagai universitas riset?

Dalam makalah ini dijabarkan upaya dan hasil pengembangan komunitas riset dan pengembang di RESLab, bernama komunitas Robotic & Embedded System Research & Technology Group (RESRTG,

selanjutnya disebut grup sistem embedded). Pembahasan makalah meliputi pengenalan RESRTG, upaya pengembangan dan luaran yang telah dihasilkan oleh grup ini.



Gambar 2. Proses alih ilmu dan teknologi dari dosen ke mahasiswa selama kegiatan pembelajaran

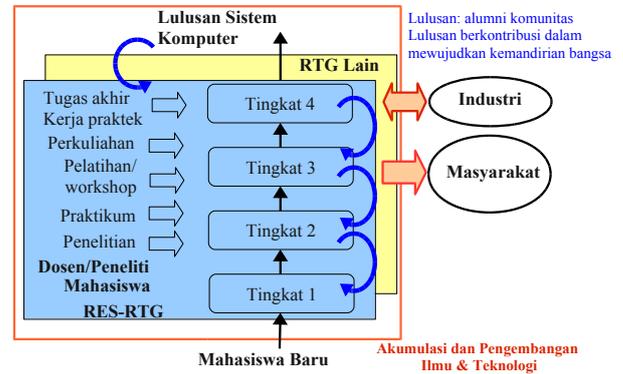
2. Grup Sistem Embedded Siskom

RESLAB akan dirancang, selain sebagai tempat kegiatan praktikum, juga sebagai wadah bagi mahasiswa, dosen/peneliti untuk mengakumulasi, mengembangkan dan mendiseminasi pengetahuan dan keahlian tentang sistem embedded dan robotika. Dengan kata lain, RESLAB akan menjadi wadah komunitas dengan aktor mahasiswa, dosen/peneliti (dan industri) yang dengan pengetahuan dan keahliannya mampu mengembangkan dan memberdayakan sumber daya lokal Indonesia serta memperluas produk-produk unggulan dan menambah nilai industri [4]. Komunitas RESRTG yang berkembang dalam RESLAB harus bercirikan hal-hal sebagai berikut agar mampu berkesinambungan dan bertumbuh, yaitu:

- mempunyai visi, misi dan roadmap yang jelas yang berorientasi pengembangan produk, sistem dan solusi yang berbasis teknologi terbaru (*state-of-the-art*);
- mempunyai rencana kegiatan yang berorientasi pada penguasaan, pengembangan dan diseminasi pengetahuan dan keahlian, melalui kegiatan pelatihan dan workshop serta pengembangan produk dan solusi untuk memecahkan problem di masyarakat, yaitu industri, masyarakat ilmiah dan lingkungan masyarakat umumnya;
- menjadi motor dalam kluster riset dengan grup-grup riset lain baik untuk penguatan kompetensi keilmuan maupun untuk menghasilkan solusi secara multi-disiplin;
- mampu membangun kemitraan dengan industri baik dalam pengembangan bersama maupun komersialisasi hasil-hasil penelitian dan pengembangan (*techno-industrial clustering*);

Dengan keempat hal tersebut di atas, proses internal dalam komunitas akan berjalan. Komunitas bertumbuh seiring peningkatan kapasitas keilmuan dan teknologi yang diperolehnya melalui penelitian dan pengembangan. Lulusan Sistem Komputer akan mempunyai bekal yang memadai untuk berperan serta dalam membangun kemandirian bangsa di bidang teknologi sistem embedded (Gambar 3). Selain itu, dari aktivitas grup akan terjadi putaran-putaran transfer ilmu

dan teknologi yang lebih cepat dan membesar. Grup menjalin kerja sama dalam pengembangan produk-solusi-sistem embedded dengan grup riset lain dan produsen mikrokontroler, FPGA, misalnya Atmel[5], Intel[6] dan Xilinx[7]. Pembentukan kluster riset-industri ini akan mempersempit kesenjangan perspektif antara penelitian-pengembangan dengan komersialisasi-industri.



Gambar 3. Komunitas yang bertumbuh dalam penguasaan, pengembangan dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi

3. Pengembangan Grup

Kegiatan penelitian dan pengembangan RESRTG mengacu pada roadmap yang telah dirumuskan bersama dan terus berkembang (Gambar 4). Teknologi yang hendak dikuasai dan dikembangkan mengarah ke empat bidang prioritas, yaitu 1) robotika, 2) elektronika industri, 3) sensor cerdas terdistribusi nirkabel, dan 4) perangkat terprogram berbasis FPGA.

Category	2011	2012	2013	2014	2015
Products & Services	Smart Robot	Multirotor System	Humanoid		
	Industrial PLC		Supervisory PLC		
			Smart Sensing System		
			SoC Modules		
Technology	Microcomputer	Mobile Robot	Unmanned System	Vison Robot	
	Industrial Electronics		Remote Terminal Unit	Industrial control & supervisory system	
	Smart Sensing	Interfacing	Remote Sensing	Sensing Network	
	VLSI	Digital System	FPGA	Processor design	System on Chip
Lab Facilities & Infrastructures	Practical Tools: Digital System, FPGA, Peripheral & Interface, Microsystem, Robotic				
	Rapid Prototyping Tools				
	Website	Laboratory Information System	Integrated & Collaborative ICT		

Gambar 4. Roadmap Komunitas dalam Pengembangan Produk Embedded

Pengembangan di bidang robotika dilakukan untuk menghasilkan robot cerdas beroda dan berkaki, sistem tak berawak berupa multirotor dan robot humanoid. Teknologi yang perlu dikuasai adalah sistem mikrokomputer dan kontrol, kinematik dan dinamik robot serta *machine vision*.

Pengembangan elektronika industri mempunyai sasaran untuk menghasilkan produk PLC (*Programmable Logic Controller*). Perangkat PLC yang dapat beroperasi di lingkungan industri (ekstrim dalam suhu, kelembaban, vibrasi) hendak dihasilkan. PLC ini mempunyai antarmuka pemrogram yang berorientasi

pengguna dan mengikuti standar IEC61131. Pengembangan sistem sensor cerdas berupaya untuk menghasilkan sistem monitor lingkungan meliputi suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya dan kualitas udara. Sistem multisensor dikembangkan dengan komunikasi secara nirkabel membentuk jaringan sensor.

Pengembangan divais terprogram berbasis FPGA mempunyai sasaran untuk menghasilkan modul-modul SoC (*System on Chip*), meliputi modul prosesor dan peripheralnya. Modul-modul tersebut dikembangkan di atas board *Starter Kit Xilinx Spartan-3E*[8].

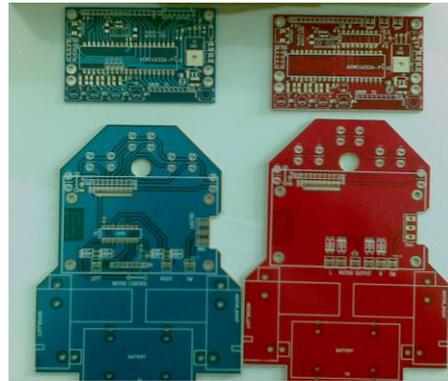
Kegiatan riset dan pengembangan di RESLAB ditopang oleh sarana dan prasarana penunjang yang memadai dan terus ditingkatkan. Sarana penunjang kegiatan penelitian telah tersedia, seperti perangkat komputer kerja dengan sistem operasi Linux dan program bantu desain menggunakan komputer (EDA/CAD) yang legal, yaitu Kicad[9], untuk merancang skematik dan menghasilkan layout berupa file gerber untuk diproses menjadi papan rangkaian (PCB). Perangkat untuk perakitan dan pengujian prototipe produk juga telah tersedia, meliputi multitester, osiloskop, penguji sinyal logika dan solder smd.

Pemanfaatan infrastruktur dan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) hendak dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kegiatan RESRTG, meliputi pengembangan situs, sistem informasi laboratorium serta sistem TIK terintegrasi dan kolaboratif.

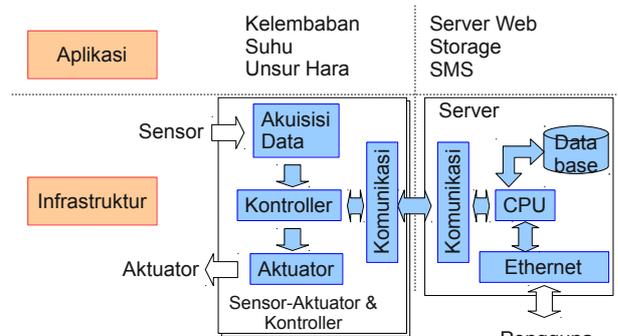
4. Hasil dan Pembahasan

Hingga tahun 2012, kegiatan yang telah dan sedang dilakukan untuk membangun RESRTG adalah meliputi a) pengembangan platform PLC dan perangkat lunaknya[10], b) pengembangan produk pilot berbasis mikrokontroler AVR 8-bit Atmel ATmega32A berupa robot pengikut garis (Gambar 5), serta sistem pemantau dan pengontrol cuaca (suhu, kelembaban udara dan tanah) berbasis sensor terdistribusi untuk pertanian presisi (Gambar 6), c) pengembangan modul SoC menggunakan prosesor picoblaze di atas FPGA Xilinx Spartan-3E untuk aplikasi DAC/ADC, generator dan pencacah frekuensi serta generator PWM (Gambar 7) dan d) pengembangan komputasi vision menggunakan kamera di atas board ARM 32-bit berbasis OpenCV[11]. Teknologi ini digunakan untuk robot vision menggunakan platform ROS (*Robotics Operating System*)[12].

Pengembangan produk dan solusi sistem embedded dan robotika di RESRTG menggunakan pendekatan *top-down* (Gambar 8). Metodologi desain produk tersebut mulai dari spesifikasi, perancangan skematik dan layout menggunakan program Kicad, perakitan komponen di papan rangkaian dan pemrograman produk.



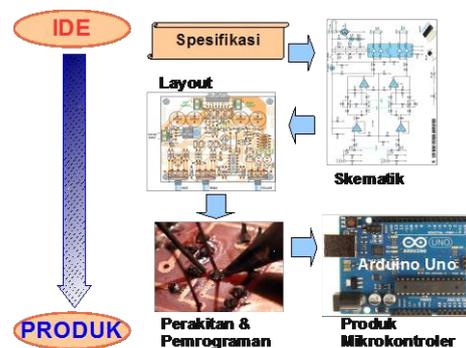
Gambar 5. Papan rangkaian robot pengikut garis berbasis ATmega32A



Gambar 6. Diagram aplikasi sistem embedded untuk pertanian presisi



Gambar 7. Aktivitas mahasiswa di RESLAB untuk mengembangkan modul SoC di FPGA



Gambar 8. Metodologi Desain Produk Mikrokomputer Berbasis Sistem Embedded

Portal web dan sistem manajemen proyek online sebagai wadah komunikasi dan informasi grup juga telah diluncurkan beralamat di <http://embedded.undip.ac.id> (Gambar 9). Sistem manajemen proyek diimplementasikan dengan TheBugGenie¹. Pengembangan infrastruktur TIK mengarah pada implementasi sistem komputasi awan untuk memberikan layanan-layanan berbasis web, ruang penyimpanan data file serta sumber daya komputasi untuk mendukung pengembangan embedded Linux[13]. Luaran kegiatan juga berupa materi pelatihan pengembangan produk elektronika menggunakan Kicad sebagai skill dasar yang perlu dimiliki oleh anggota komunitas. Materi ini telah didifusikan ke siswa SMKN 4 Semarang dalam program pengabdian masyarakat.



Gambar 9. Situs RESLAB sebagai wadah komunikasi komunitas secara online

5. Penutup

Dalam makalah ini telah dijabarkan kegiatan pengembangan RESRTG dan luaran yang telah dihasilkan. Hasil kegiatan ini menjadi milestone untuk menumbuhkan grup penelitian ini agar berkelanjutan dan berkembang. Dan selanjutnya, hal ini akan memberikan dampak secara luas untuk meningkatkan kompetensi lulusan, sehingga mampu menghasilkan produk dan solusi sistem yang dibutuhkan oleh masyarakat.

6. Ucapan Terima Kasih

Kegiatan penelitian ini dibiayai dengan dana hibah kompetitif sumber dana bantuan operasional perguruan tinggi negeri (BOPTN) Undip Tahun 2012.

7. Daftar Pustaka

- [1] Prospektus UNDIP 2010, Meniti Jalan Menuju Universitas Kelas Dunia, 2010
- [2] Kompetensi-Jurusan Teknis Sistem Komputer, http://siskom.undip.ac.id/?page_id=252 (28 Agustus 2012)
- [3] UU RI No.20 Tahun 2010, Sistem Pendidikan Nasional, 2010

- [4] LPPM Undip, Buku Panduan Pelaksanaan Penelitian Universitas Diponegoro Tahun 2012, 2012
- [5] Situc Atmel Inc., <http://www2.atmel.com/> (28 Agustus 2012)
- [6] Intel.com: Intel's Educational Programs, <http://www.intel.com/about/corporateresponsibility/education/programs/index.htm> (28 Agustus 2012)
- [7] Situs Xilinx, <http://www.xilinx.com> (6 September 2012)
- [8] Xilinx Inc., Spartan-3E FPGA Starter Kit Board (UG-230), 2008
- [9] Situs Open Source Kicad, http://www.lis.inpg.fr/realise_au_lis/kicad/ (28 Agustus 2012)
- [10] Adian F. Rochim, Eko D. Widiyanto, Framework untuk Pengembangan Sistem Otomatisasi Menggunakan Programmable Logic Controller, Jurnal Sistem Komputer Vol.1 No.2 (2011). <http://jsiskom.undip.ac.id/index.php/jsk/article/view/16/17> s
- [11] Situs Komunitas OpenCV, <http://opencv.willowgarage.com/> (28 Agustus 2012)
- [12] Morgan Quigley, Brian Gerkey, Ken Conley, Josh Faust, Tully Foote, Jeremy Leibs, Eric Berger, Rob Wheeler, Andrew Ng, ROS: an open-source Robot Operating System, 2010
- [13] Eko D. Widiyanto, Model Cloud Komunikasi: Kasus Sistem Telepon Internet, Konferensi ICT Indonesia-eII 2010, Bandung, 2010

8. Daftar Pertanyaan

1. **Penanya:** Febriadi Santosa (Poltek Telkom)
Pertanyaan: Bagaimana cara membuat komunitas tersebut, sinkronisasinya, serta masalah pendanaan?
Jawaban: prodi berkomitmen untuk mendanai laboratorium dan berasal dari pendanaan kegiatan penelitian.
2. **Penanya:** Sahrul Arif (LIPI)
Pertanyaan: Embedded linux yang sudah dibuild prosesnya seperti apa?
Jawaban: Embedded linux yang sudah dibuild adalah ARNA dan Cortex. ARNA tipe ROS dan Cortex digunakan untuk aplikasi yang lebih kompleks
3. **Penanya:** Oka Mahendra (LIPI)
Pertanyaan: Sejauhmana komunitas laboratorium berkontribusi dalam kompetisi robot?
Jawaban: mengikuti beberapa kontes robot di Indonesia seperti KRI, dsb.