

## **PENGEMBANGAN MODUL AJAR RANGKAIAN DIGITAL DAN TRAINER RANGKAIAN ELEKTRONIKA MUATAN ROKET (PAYLOAD) MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO UNESA**

**Terdy Kistofer**

S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [transistor.terdy@gmail.com](mailto:transistor.terdy@gmail.com)

**Meini Sondang Sumbawati**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [meini\\_sondang@yahoo.co.id](mailto:meini_sondang@yahoo.co.id)

### **Abstrak**

Universitas Negeri Surabaya merupakan salah satu Perguruan Tinggi Negeri yang memiliki Jurusan Teknik Elektro, dimana dalam proses pembelajarannya terdapat mata kuliah Rangkaian Digital. Untuk mengaplikasikan Pembelajaran tentang Rangkaian Digital diperlukan media pembelajaran berupa *trainer* rangkaian elektronika muatan roket (*payload*) yang tersusun dari IC mikrokontroler, kamera, sensor percepatan tiga-sumbu (3-axis accelerometer), dan sensor kompas (*compass*) yang disusun pada *Printed Circuit Board* (PCB) dan dilengkapi modul ajar atau job sheet (lembar kerja).

Penelitian ini adalah menggunakan 2 metode pendekatan, yaitu metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development/ R&D*) dan metode penelitian eksperimen. Dikarenakan pada penelitian ini menghasilkan produk berupa *trainer* dan modul serta melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh respon dan peningkatan yang terjadi pada mahasiswa prodi D3-MI C 2013 Jurusan Teknik Elektro di Universitas Negeri Surabaya dengan penerapan *trainer rangkaian elektronika muatan roket (payload)* dan bahan ajar/ modul ajar yang dibuat.

Dalam memaksimalkan pemahaman mahasiswa UNESA Teknik Elektro Prodi D3 MI-C 2013 sebagai *sample* untuk dapat merakit, memprogram dan mengoperasikan perangkat pengendali elektronik, Dikembangkan *trainer rangkaian elektronika muatan roket (payload)* berbasis mikrokontroler Atmega162, sensor percepatan 3 sumbu H48C, kamera CMU CAM 3, dan kompas elektronik serta modul ajar yang didalamnya terdapat sebagai bahan pembelajaran aplikatif mahasiswa dalam bidang Rangkaian digital, dengan harapan dapat meningkatkan kemampuan dan kreativitas mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya. Dari uji coba pada mahasiswa prodi D3-MI C 2013 yang merupakan basic pemrograman memiliki respon tinggi dalam mempelajari mata kuliah Rangkaian Digital dengan hasil persentase rating sebesar 77 % .

**Kata kunci:** *trainer rangkaian elektronika muatan roket (payload), Modul ajar, mata kuliah Rangkaian digital.*

### **Abstract**

State University of Surabaya is one of the State Universities that have Electrical Engineering Department , where in the learning process are subject Digital circuit . To apply learning about digital circuit takes the form of learning media trainer electronic circuits rocket payload ( payload ) are composed of a microcontroller IC , cameras , three - axis acceleration sensor ( 3 - axis accelerometer ) and compass sensors ( compass ) is arranged on the printed circuit Board ( PCB ) and module equipped teaching or job sheet ( worksheet ) .

This study is using 2 methods approach, the method of research and development (Research and Development / R & D) and experimental research methods. Due to this research produces a trainer and modules as well as conduct research to determine the effect of the response and the increase that occurred in student Prodi D3-MI C 2013 Department of Electrical Engineering at the State University of Surabaya with the application of electronic circuits trainer rocket payload (payload) and instructional materials / teaching module made.

In UNESA maximize student understanding of Electrical Engineering Prodi D3 MI - C 2013 as the sample to be able to assemble , program and operate the electronic control devices , electronic circuits trainer Developed rocket payload ( payload ) ATMEga162 microcontroller -based , H48C 3-axis acceleration sensor , camera CMU CAM 3 , and an electronic compass and teaching modules in which there is a student of applied learning materials in the field of digital circuit , with the hope to improve the capabilities and creativity of students of Department of Electrical Engineering , State University of Surabaya . Of tests on students Prodi D3 - MI C 2013, which is the basic programming has a high response in study subjects with the percentage Digital circuit rating of 77 % .

**Keywords:** *electronic circuit trainer rocket payload (payload), teaching modules, digital circuit courses.*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Orientasi lulusan Perguruan Tinggi dituntut untuk dapat langsung terjun di dalam dunia industri. Sementara itu, di dunia industri sendiri selalu melakukan pengembangan – pengembangan seiring dengan kemajuan teknologi dan perkembangan jaman. Maka dari itu, selain belajar dan menerima pelajaran di bangku perkuliahan, seorang mahasiswa lulusan Perguruan Tinggi harus mengikuti dan mempelajari perkembangan teknologi yang ada. Perkembangan teknologi yang sangat maju dewasa ini adalah teknologi roket. Pada akhir - akhir ini, roket memiliki peran penting dalam berbagai bidang. Bahkan lebih dari itu, teknologi roket merupakan salah satu kunci penting. Teknologi roket inipun dipakai dalam penunjang kedaulatan bangsa. Bidang aplikasi roket yang umum saat ini adalah: roket peluncur satelit (RPS), roket penelitian cuaca, roket kendali, hingga aplikasi roket balistik baik darat ke darat, darat ke udara, dan udara ke udara untuk aplikasi pertahanan. Sehingga, ilmu peroketan merupakan pengetahuan penting baik untuk keperluan sipil maupun militer. Dalam mempelajari teknologi roket, tidak hanya cukup membaca teorinya saja, tetapi perlu adanya praktikum secara langsung yang sangat diperlukan untuk menambah pemahaman siswa tentang teknologi roket termasuk berbagai macam aplikasinya. Hampir seluruh angkatan udara di negara maju di dunia menggunakan teknologi roket sebagai peralatan dalam menjaga ketahanan negara dari serangan negara lain. Sehingga dari sini seorang mahasiswa lulusan perguruan tinggi harus mempunyai pengetahuan dan keahlian yang cukup dibidang ilmu peroketan, minimal mengetahui fungsi, cara mengoperasikan, perawatan dan perbaikan (maintenance and troubleshooting), serta cara pengendalian roket tersebut.

Universitas Negeri Surabaya merupakan salah satu Perguruan Tinggi Negeri yang memiliki Jurusan Teknik Elektro, dimana dalam proses pembelajarannya terdapat mata kuliah rangkaian digital. Berdasarkan observasi penulis, untuk media pembelajaran mahasiswa ini berupa papan percobaan yang tersusun dari IC mikrokontroler, kamera, sensor percepatan tiga-sumbu (3-axis accelerometer), dan sensor kompas (compass) yang disusun pada Printed Circuit Board (PCB) dan dilengkapi modul atau job sheet (lembar kerja). Sensor –sensor tersebut akan mengirimkan data- data percepatan dan arah roket yang berfungsi sebagai perangkat telemetri. Dengan data - data ini, sikap (attitude) roket mulai dari peluncuran hingga proses separasi dapat diamati. Selain itu, kamera akan memberikan kemampuan untuk mengirimkan foto udara dengan resolusi 200 x 200 piksel hitam - putih kepada stasiun penerima. Semua piranti sensor tersebut harus dikemas dalam sebuah payload-case berbentuk tabung silindris. Hasil observasi penulis dengan sebagian mahasiswa yang menempuh kompetensi ini, didapat bahwa proses pembelajaran dianggap sulit untuk

dipahami mahasiswa terutama tentang pemrograman dan perakitan peralatan elektronik, sedangkan minat mahasiswa untuk belajar kompetensi ini sangat tinggi.

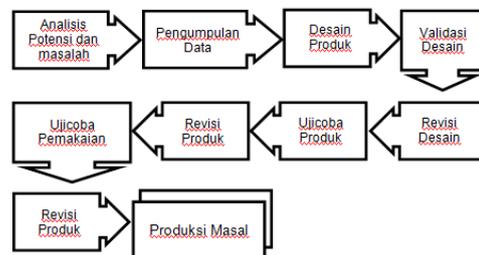
Oleh sebab itu perlu dikembangkan lagi trainer - trainer yang sejenis dengan disain sederhana dan aplikatif sehingga lebih mudah dipahami oleh mahasiswa dalam belajar kompetensi tersebut. Hal tersebut dapat ditunjang dengan pengadaan dan pengembangan beberapa modul praktik yang berhubungan dengan mikrokontroler.

Dengan maksud memaksimalkan pemahaman mahasiswa untuk dapat merakit, memprogram dan mengoperasikan perangkat pengendali elektronik, maka saya berinisiatif untuk mengembangkan trainer rangkaian elektronika muatan roket (payload) berbasis mikrokontroler Atmega162, sensor percepatan 3 sumbu H48C, kamera CMU CAM 3, dan kompas elektronik sebagai bahan pembelajaran aplikatif mahasiswa dalam bidang elektronika digital, dengan harapan dapat meningkatkan kemampuan dan kreativitas mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian Dapat dijadikan sarana pembelajaran di Jurusan Teknik Elektro, Univesitas Negeri Surabaya. Serta Meningkatkan kemampuan dan kreatifitas mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Univesitas Negeri Surabaya dalam proses pembelajaran dengan memanfaatkan trainer dan modul yang dibuat.

**METODE**

Menurut (Sugiyono 2009 : 334-348), ada 10 langkah-langkah penggunaan metode Research and Development (R&D) yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk, dan produksi massal.



**Gambar 1. Langkah-langkah penggunaan Metode Research and Development (R&D)(Sugiyono 2009: 335)**

Untuk menguji produk pada penelitian ini hanya menggunakan enam tahapan serta pada tahapan terakhir menggunakan tahap analisis data dan pelaporan. Karena empat tahapan selanjutnya digunakan untuk produk dalam ruang lingkup yang lebih luas/ masal. Sedangkan pada penelitian ini mempunyai batasan masalah lingkup perguruan tinggi, yang dimaksud adalah mahasiswa Prodi D3 MI-C 2013 Jurusan Teknik

Elektro, Universitas Negeri Surabaya sesuai yang tertera pada bab I yaitu dengan menguji cobakan produk pada standar kompetensi merakit peralatan dan perangkat rangkaian digital dan rangkaian elektronika mutan roket (payload) di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya. Dengan tahapan penelitian sebagai berikut :



**Gambar 2. Langkah-langkah penggunaan Metode Research and Development yang digunakan oleh peneliti**

Penjelasan kegiatan yang dilakukan dalam tahapan ini adalah tahap Analisis Potensi dan Masalah Adanya keinginan untuk melakukan penelitian berangkat dari adanya potensi dan masalah. Potensi adalah segala sesuatu yang bila didayagunakan akan memiliki nilai tambah. Berdasarkan observasi tinjauan langsung serta konsultasi pada dosen pembimbing dan wawancara pada mahasiswa Prodi D3 MI-C 2013 di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya, peneliti menemukan bahwa banyak sekali mahasiswa yang mempunyai minat untuk mempelajari materi kontrol mikrokontroler terutama tentang penggunaannya dalam aplikasi ilmu peroketan. Tetapi dalam praktiknya banyak mahasiswa yang kurang begitu paham karena keterbatasan media dalam menyampaikan materi tersebut, serta kendala dalam bahasa pemrograman yang digunakan. Sebagian besar mengeluhkan tentang penggunaan bahasa assembly yang terlalu sulit untuk dipahami. Sementara itu banyak bahasa pemrograman yang kita jumpai untuk dapat memprogram mikrokontroler, dari bahasa BASIC, C, C# dan dengan menggunakan beberapa software seperti halnya Code Vision AVR dengan kelengkapan C compiler yang dapat mengubah bahasa C menjadi bahasa mesin untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler, sehingga lebih mudah dalam pemahaman bahasa C daripada bahasa mesin langsung.

Berdasarkan hasil observasi di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya, peneliti bermaksud untuk mengembangkan media pembelajaran berupa trainer mikrokontroler aplikasi ilmu peroketan untuk diterapkan pada pembelajaran rangkaian digital dan rangkaian elektronika muatan roket (payload). Dengan menggunakan komponen-komponen sensor percepatan 3 sumbu H48C, kamera CMU CAM 3, dan kompas elektronik menggunakan mikrokontroler Atmega162 berbasis code vision AVR sebagai software yang menggunakan bahasa pemrograman C. Perangkat dan bahasa ini dipilih karena minat mahasiswa di dunia kontrol roket yang tinggi serta bahasa yang digunakan tergolong bahasa pemrograman yang mudah untuk dipahami oleh mahasiswa. Tahap Pengumpulan Data Sebelum memulai penelitian, ada 2 langkah pada tahapan pengumpulan data ini, diantaranya: (a) Studi kepustakaan dan konsultasi pembimbing.

Langkah studi kepustakaan merupakan kajian untuk mempelajari konsep-konsep atau teori yang berkenaan dengan tahapan untuk memulai penelitian serta konsep produk atau model yang akan dikembangkan. Untuk penelitian ini dilakukan studi kepustakaan sebagai berikut: (1) Studi tentang tata cara penelitian dan pengembangan (Research and Development/ R&D). (2) Pengkajian tentang konsep-konsep atau teori tentang pengembangan media dan multimedia pengajaran. (3) Pengkajian tentang perkembangan isi media pembelajaran yang akan dikembangkan. (b) Studi lapangan

Pada langkah ini pengumpulan data yang berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran pada sekolahan yang akan diteliti di amati dan melakukan wawancara meliputi : (1) Mahasiswa Prodi D3 MI-C 2013 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya yang berkenaan dengan materi dan standar kompetensi yang sesuai dengan yang akan diteliti; (2) Metode pembelajaran dan media pembelajaran yang digunakan, khususnya pada standar kompetensi yang sesuai dengan yang akan diteliti dengan dosen pengampu; (3) Fasilitas peralatan kerja laboratorium rangkaian digital di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya dengan dosen kepala laboratorium dan laboran.

Luaran yang diharapkan dalam penelitian ini untuk mendapatkan disain job sheet /modul mahasiswa dan pegangan dosen serta trainer minimum sistem Atmega162 dengan perangkat yang dikontrol, ilustrasi desain sebagai berikut : (a) Sebuah trainer yang bagiannya terdiri dari : (1) Rangkaian minimum sistem Atmega162 beserta port I/O;(2) Aplikasi rangkaian sensor percepatan 3 sumbu H48C; (3) Aplikasi rangkaian kamera CMU CAM3;(4) Aplikasi rangkaian kompas elektronik. (b) Jobsheet ( modul praktikum ) diantaranya sebagai berikut: (1) Tahap Validasi Desain Setelah rancangan dan tahap pembuatan terselesaikan, maka pada tahap berikutnya adalah tahapan evaluasi serta revisi agar perangkat pembelajaran yang akan dibuat mempunyai kualitas yang baik; (2) Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian, yakni unit tempat diperolehnya informasi. Dengan kata lain populasi adalah kumpulan dari sejumlah elemen. Dalam pengertian populasi terkandung empat hal pokok, yakni isi, kesatuan, atau unit, tempat atau ruang dan waktu. Jadi pada penelitian ini populasinya adalah mahasiswa Prodi D3 MI-C 2013 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya.

Sample adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti. Bila populasi besar, dan peneliti tidak mungkin mempelajari semua yang ada pada populasi, seperti halnya keterbatasan dana, tenaga dan waktu, maka peneliti dapat menggunakan sample yang diambil dari populasi tersebut. Apa yang dipelajari dari sample itu, kesimpulannya akan dapat diberlakukan untuk populasi. Untuk itu sample yang diambil dari populasi harus betul-betul representatif ( mewakili). Jadi sample untuk penelitian ini adalah 10 mahasiswa Prodi D3 MI-C 2013 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini penulis menekankan pada pengembangan trainer dan perangkat pembelajaran yang diterapkan pada mahasiswa Prodi D3 MI-C 2013 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya untuk tujuan mengetahui bagaimana respon mahasiswa serta bisa dijadikan ukuran ketuntasan belajar. Diharapkan dengan adanya media, kemudahan dan pemahaman mahasiswa terhadap bagaimana menyusun dan memprogram perangkat pengendali dapat dipelajari secara maksimal. Media ini terdiri dari : (1) Trainer Pembelajaran Rangkaian Elektronika Muatan Roket (Payload) Rancang bangun trainer yang dikembangkan penulis untuk pembelajaran pada standar kompetensi menyusun peralatan dan perangkat Rangkaian Digital menggunakan Atmega162 berbasis code vision AVR sebagai trainer elektronika muatan roket (payload) yang dapat digunakan dan diterapkan untuk alat bantu pembelajaran mata kuliah Rangkaian Digital , khususnya di Prodi D3 MI-C 2013 Jurusan Teknik Elektro ini dibuat secara komunikatif dan mudah dioperasikan untuk mahasiswa, supaya mahasiswa dapat belajar secara maksimal. Rancang bangun trainer yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 3. di bawah ini :



**Gambar 3. Trainer Muatan Roket (Payload).**

Keterangan pada gambar 3 adalah sebagai berikut: (a) Trainer dalam keadaan terbuka;(b) Modul power supply;(c) Modul Sensor kompas;(d) Modul minimum system;(e) Modul LCD 16x 2;(f) peta capture;(g) Modul driver motor L293D;(h) Modul Sensor accelerometer H48C;(i) Modul kamera CMU CAM ; (j) trainer dalam keadaan tertutup.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan penulis adalah dengan menggunakan perangkat job sheet yang ditunjukkan dengan beberapa praktikum serta contohnya, tahap demi tahap pada setiap percobaan. gambaran perangkat dan modul pembelajaran yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Wajah perangkat dan modul pembelajaran.**

Instrumen penelitian/ instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dipermudah olehnya.

Hasil ukuran penelitian ini di dapat melalui validasi trainer, perangkat dan modul pembelajaran oleh 2 validator ahli diantaranya tertera pada Tabel 1. :

**Tabel 1. Validator trainer, perangkat dan modul pembelajaran**

	NIP	Validator	Jabatan
1	1971 0404	Joko Catur Condro	Dosen
	2006 0410 01	Cahyono S.Si., M.T.	
2	1980 1012	Lusia Rakhmawati, S.T.,M.T.	Dosen
	2005 0120 01		

Lembar validasi trainer adalah lembar yang digunakan untuk mengetahui nilai keefektifan trainer dengan bantuan dari validator untuk menilai dan memberikan masukan serta saran perbaikan.

**Tabel 2. Tabel hasil validasi trainer**

No	Validator	Jabatan	Aspek yang Dinilai							
			1a	1b	1c	2a	3a	3b	3c	3d
1	Joko Catur Condro Cahyono S.Si., M.T.	Dosen	5	5	5	5	4	5	5	5
			4	4	4	4	4	4	5	4
Rata-Rata hasil validasi			4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5	4,5	
Hasil rata-rata keseluruhan			4,5 ( kategori baik (B))							

Dari Tabel 2 di atas menunjukkan hasil penilaian validator terhadap trainer yang dikembangkan. Hasil penilaian validator terhadap trainer rata-rata adalah adalah baik (4,5).

Dengan beberapa revisi dan saran dari validator yang segera di perbaiki untuk diajukan kembali, selanjutnya di validasi ulang oleh validator yang sama. Seperti terperinci pada Tabel 3. berikut.

**Tabel 3. Tabel hasil revisi validasi trainer**

No.	Format	Saran Ahli	Para Ahli	Sesudah Revisi
1.	Trainer	Tempat PCB kurang kuat untuk bongkar pasang	Tempat PCB sudah di kuatkan untuk penyusunan.	
		Kabel trainer terlalu panjang	Kabel trainer disesuaikan dengan ukuran	

Lembar validasi perangkat dan modul pembelajaran adalah lembar yang digunakan untuk mengetahui kebenaran isi materi perangkat dan modul pembelajaran yang dikembangkan, serta tahapan pengajaran, tahapan penilaian. Contoh lengkap bagaimana wujud lembar validasinya terdapat pada lampiran. Adapun hasil lengkap penilaian validator terhadap perangkat dan modul pembelajaran adalah seperti yang tertera pada Tabel 3.

**Tabel 4. Tabel hasil validasi perangkat dan modul pembelajaran**

Validator	Aspek yang Dinilai																
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	4a	4b	4c	4d	4e	5a	5b
V1	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	3	5	4	4	5	5
V2	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
R	4,5	4,5	4	4	4	3,5	5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	4,5	5	4,5
Hasil	4,3 ( Kategori baik (B) )																

Dari Tabel 4. di atas menunjukkan hasil penilaian validator terhadap perangkat dan modul pembelajaran yang dikembangkan. Hasil penilaian validator terhadap rata-rata adalah adalah baik (4,3).

Dengan beberapa revisi dan saran dari validator yang segera di perbaiki untuk diajukan kembali, selanjutnya di validasi ulang oleh validator yang sama. Seperti terperinci pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5. Tabel hasil revisi validasi perangkat dan modul pembelajaran**

No.	Format	Saran Para Ahli	Sesudah Revisi
1.	Perangkat dan Modul Pembelajaran	Revisi antara keterkaitan gambar dan denaan teks	Gambar disesuaikan dengan gambar dan tabel denagan teks.
		Cover sebaiknya menggunakan gambar asli sehingga mahasiswa lebih tertarik untuk mempelajarinya	Gambar cover diganti dengan gambar trainer aslinya

Lembar angket respon mahasiswa digunakan untuk mengambil data respon mahasiswa, pendapat, serta saran mengenai media pembelajaran yang dikembangkan.

Contoh lengkap bagaimana wujud lembar angket mahasiswa terdapat pada lampiran. Adapun hasil lengkap data respon mahasiswa adalah seperti yang tertera pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil respon mahasiswa**

No	Nama Mahasiswa	Indikator Angket								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	M.STEVIE PRATAMA	3	3	3	3	3	3	3	3	2
2	ELIN DAMAYANTI	4	4	4	4	3	3	3	4	4
3	WAWAN DARMAWAN	4	4	4	4	4	4	4	3	3

4	RIFANI PUJI R	3	4	3	3	3	3	3	3	3
5	HANNA ZAHROTUL ILMI	3	3	3	3	3	2	3	3	3
6	RESTU ISWORO	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	AYU DEVVY RUSTYANINGTYA S	3	3	3	3	3	3	2	3	3
8	SITIELI RAHMA	3	3	3	3	2	2	3	3	2
9	AKHMAD A'AN SAID DAROINI	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	MOCH. MIFTAKHUR ROCHMAN	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Rata-rata respon Mahasiswa		3	3	3	3	3	2	3	3	2
Rata-rata respon Mahasiswa keseluruhan		2	3	2	2	3	9	3	1	9
		27,8								

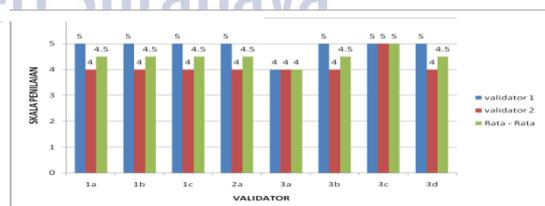
Pengamatan terhadap aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran dilakukan oleh pengamat dengan menuliskan kode aktivitas pada kolom yang sesuai pada instrumen lembar pengamatan. Adapun hasil lengkap pengamatan aktivitas mahasiswa selama pembelajaran terdapat dalam Tabel 6. di bawah ini:

**Tabel 6. Hasil pengamatan aktivitas mahasiswa**

No	Kategori Yang diamati	Presentasi Frekuensi Aktivitas Mahasiswa (%)		
		Pertemuan 1	Pertemuan 2	Rata-rata
1	Mendengarkan / memperhatikan penjelasan Dosen.	27 %	11 %	19 %
2	Membaca modul.	21 %	20 %	21 %
3	Bekerja menggunakan alat.	23 %	55 %	39 %
4	Menulis yang relevan dengan KBM.	5 %	1 %	3 %
5	Berdiskusi atau tanya jawab.	19 %	6 %	13 %
6	Prilaku yang tidak relevan dengan KBM.	6 %	7 %	6 %
Total		100 %	100 %	100 %

Pada subbab pembahasan ini akan dijelaskan tentang pembahasan hasil penelitian yang sudah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian yang tertera pada Bab I rumusan masalah. Adapun pembahasan yang dilakukan meliputi:

**Hasil trainer Muatan Raket (payload)**



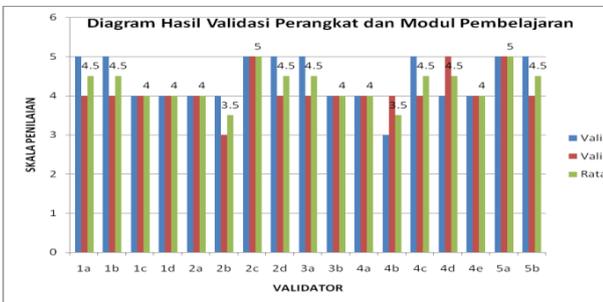
**Diagram 1. Hasil validasi trainer**

Dari analisis data pada pembahasan sebelumnya dan dengan dipadukan dengan grafik hasil validasi trainer pada Daigram 4.1. didapat rata-rata secara keseluruhan tentang validasi trainer yang didapat dari 5 validator adalah sebesar 4,3 ( termasuk dalam kategori baik ). Dengan perincian : (1) Aspek 1 ( perwajahan dan tata letak ) didapat rating sebesar 90 %; (2) Aspek 2 (

keterangan trainer ) didapat rating sebesar 90 %;(3) Aspek 3 ( Isi rangkaian trainer ) didapat rating sebesar 90%.

Dari keterangan hasil rating validasi trainer didapat bahwa trainer yang dikembangkan mendapat nilai rating rata-rata keseluruhan sebesar 90 % adalah termasuk dalam kategori sangat baik dan sangat layak untuk diterapkan/ digunakan pada aplikasi mata kuliah Rangkaian Digital Teknik Elektro UNESA.

**Hasil penilaian perangkat dan modul pembelajaran.**

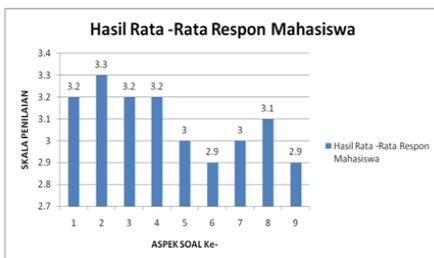


**Diagram 2. Hasil validasi perangkat dan modul pembelajaran**

Dari analisis data dipadukan dengan grafik hasil validasi perangkat dan modul pembelajaran pada Diagram 2. didapat rata-rata secara keseluruhan tentang validasi perangkat dan modul pembelajaran yang didapat dari 2 validator adalah sebesar 4,3 ( termasuk dalam kategori baik ). Dengan perincian : (1) Aspek 1 ( perwajahan dan tata letak ) didapat rating sebesar 85 %;(2) Aspek 2 (ilustrasi ) didapat rating sebesar 85 %;(3) Aspek 3 (bahasa yang digunakan ) didapat rating sebesar 85 %.(4) Aspek 4 ( isi ) didapat rating sebesar 82 %;(5) Aspek 5 ( huruf dan ukuran bahan ) didapat rating sebesar 95 %.

Dari keterangan hasil rating validasi hasil validasi perangkat dan modul pembelajaran di dapat bahwa perangkat dan modul pembelajaran yang dikembangkan mendapat nilai rating rata-rata keseluruhan sebesar 86,4 % adalah termasuk dalam kategori baik dan sangat layak untuk diterapkan/ digunakan aplikasi mata kuliah Rangkaian Digital di jurusan Elektro Universitas Negeri Surabaya.

**Respon mahasiswa**



**Diagram 3. Hasil rata-rata respon mahasiswa**

Dari data respon mahasiswa yang disebarakan melalui angket respon mahasiswa terisi rata-rata respon

mahasiswa secara keseluruhan terhadap media pembelajaran yang dikembangkan digambarkan pada Diagram 3. adalah 27,8 ( termasuk dalam kategori baik), dengan rating 77,2% ( kategori menarik ).

Mahasiswa Prodi D3 MI- C 2013 sangat merespon positif untuk mengharapkan hasil yang lebih baik dalam proses pembelajaran standar kompetensi merakit peralatan dan perangkat elektronik muatan roket (payload), dengan bukti dari salah satu data angket untuk respon dan komentar mahasiswa tertulis “Dengan adanya modul dan trainer ini dapat membanu saya dalam memahami Rangkaian Digital”, dari statmen diatas dapat disimpulkan bahwa mahasiswa sangat merespon baik.

**PENUTUP  
Simpulan**

Setelah melakukan penelitian dan didasarkan dari hasil analisis data dan pembahasan, maka peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :(1) Media yang dikembangkan berupa trainer dan perangkat pembelajaran berupa modul mahasiswa dan pegangan dosen dapat diterapkan untuk mata kuliah Rangkaian Digital dengan mengaplikasikan Rangkaian elektronika Muatan Roket(payload) pada Mahasiswa Prodi D3 MI- C 2013 Teknik Elektro UNESA di lihat dari hasil rata-rata rating yang diperoleh dalam validasi terhadap media yang dikembangkan secara keseluruhan masing-masing trainer dan perangkat pembelajaran sebesar 90 % dan 86,4 % sehingga sangat layak dan bisa digunakan di Jurusan Teknik Elektro UNESA;(2) Mahasiswa memberikan respon positif terhadap media yang dikembangkan dengan hasil rating rata-rata respon siswa sebesar 77.6 % (kategori menarik) dengan nilai 27,8 ( kategori baik );(Media yang dikembangkan adalah sangat efektif untuk menekankan kemandirian mahasiswa dalam proses belajar karena berbasis computer interactive and assisted learning, dimana ditinjau dari aktifitas mahasiswa 55 % dan 20 % mahasiswa melakukan sendiri dengan bekerja dikombinasikan membaca modul, sehingga tidak begitu perlu untuk selalu didampingi instruktur untuk menerangkan dan membimbing;(3) Media yang dikembangkan adalah sangat efektif untuk menekankan kemandirian mahasiswa dalam proses belajar karena berbasis computer interactive and assisted learning, dimana ditinjau dari aktifitas mahasiswa 55 % dan 20 % mahasiswa melakukan sendiri dengan bekerja dikombinasikan membaca modul, sehingga tidak begitu perlu untuk selalu didampingi instruktur untuk menerangkan dan membimbing.

**Saran**

Berdasarkan hasil analisis dari data penelitan dan simpulan serta kondisi nyata penelitian selama di lapangan, maka peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:(1) Perlu dilakukan inovasi – inovasi yang kreatif untuk media interaktif supaya mendukung proses belajar Mahasiswa Teknk Elektro Unesa; (2)Media yang dikembangkan penulis adalah aplikasi dari pembelajaran Rangkaian Digital masih perlu banyak pengembangan,

karena masih banyak perangkat-perangkat digital yang lebih kompleks lagi;(3)Perlunya sosialisasi dan workshop di Teknik Elektro untuk mengenalkan media ini, karena produk yang dibuat tanpa pengenalan tidak akan begitu berfungsi secara maksimal;(4) Dengan sarana dan prasarana yang ada serta dapat dikelola dengan maksimal tidak menutup kemungkinan akan lebih efektif daripada sarana dan prasarana terpenuhi tetapi tidak/ belum maksimal dalam memanfaatkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Atmel Corporation. 2002.SPI DataSheet .

B. Arifianto. 2009. Modul Training Microcontroller For Beginner. MAX-TRON E-book (Online).

Cece Wijaya .1992. Upaya Pembaharuan dalam Pendidikan dan Pengajaran, Bandung: Remaja Rosda Karya

B. Suryosubroto.1983.Sistem Pengajaran dengan Modul, Jakarta: Bina Aksara.

Departemen Pendidikan Nasional (2002), Teknik Belajar dengan Modul, Jakarta: Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah

Diana Putri P. .2010. Penerapan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Pada Kompetensi Dasar Memahami Pemasangan Instalasi Listrik 1 Fase dan Hasil Belajar Siswa di SMKN 3 Boyolangu Tulungagung. .Skripsi tidak dipublikasikan . Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Eka, Eric. 2006. Pengembangan Modul Pengukuran TV pada Bidang keahlian Teknik Audio Video di SMKN 7 Surabaya. Skripsi tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

Fernando. 2009. Surabaya RoboHolic V.1.0. .Work Shop Tim Robotika Unesa. Surabaya 16-18 Januari 2009.

Ibrahim, H dkk. 2004. Media Pembelajaran. Malang: Universitas Negeri Malang.

Nana Sudjana. 2004. Penilaian Hasil Belajar Mengajar. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Nana Sudjana, Ibrahim. 2010. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung : Sinar baru Algensindo.

M Afandi Lukman .2011. Pengembangan Trainer Driver Dan Display Status Kerja Motor Dengan Mikrokontroler Atmega8535 Berbasis Code Vision Avr Dalam Merakit Peralatan Dan Perangkat Elektronik Sistem Pengendali Elektronika Di Smkn 1 Jetis Mojokerto. .Skripsi tidak dipublikasikan . Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

MAXIM Integrated Product. 1998. RS 232 Data Sheet .

Riduwan. 2010. Dasar- Dasar Statistika. Bandung : Alfabeta.

S. Nasution. 1987. Berbagai Pendekatan Dalam Proses Belajar dan Mengajar, Jakarta: Bina Aksara.

Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D). Bandung : Alfabeta.

SGS-THOMSON Microelectronics.1996.L293D Data sheet.

Suharsimi Arikunto. 2006. Prosedur Penelitian Suatu pendekatan Praktik. Jakarta : PT. Asdi Mahasatya.

Syaiful Sagala. 2003. Konsep dan Makna Pembelajaran Untuk Membantu Memecahkan Problematika Belajar Mengajar, Bandung : Alfabeta.

Tim Penyusun Pedoman Penulisan Skripsi Universitas Negeri Surabaya. 2000. Pedoman Penulisan Skripsi Universitas Negeri Surabaya. Surabaya: University Press UNESA.

Wina Sanjaya. 2006. Strategi Pembelajaran : Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta : Prenada Media Group.