



POLITEKNIK NEGERI BALI

*matrix***X**

JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA



Editors

Editor-in-chief :

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka.

Editorial Boards :

Dr. I Ketut Swardika, ST, MSi.

I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD.

Ir. I Wayan Wiraga, MT.

I Nyoman Kusuma Wardana, ST, MSc.

Ni Wayan Wisswani, ST, MT.

Language Editors :

Gusti Nyoman Ayu Sukerti, SS, MHum.

Ni Nyoman Yuliantini, SPd, MPd.

Reviewers

Dr. Muhammad Syahid (Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin).

Dr. Henry B. H. Sitorus (Teknik Elektro, Universitas Lampung).

Dr. Eni Dwi Wardihani (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang).

Dr. Isdawimah (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta).

Dr. Amin Suharjono ((Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya Jurnal Matrix Volume 8 Nomor 2 di Bulan Juli tahun 2018. Adapun artikel ilmiah yang dipublikasikan pada edisi ini ditulis oleh peneliti dari Universitas Muhammadiyah Malang, Universitas Universal dan Politeknik Negeri Bali. Di bidang manajemen teknologi ditampilkan artikel ilmiah mengenai emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor Honda Vario, artikel ilmiah mengenai simulasi sudut perlindungan pada penyulang, serta artikel ilmiah mengenai simulasi lampu spot panggung wisuda berbasis mikrokontroler ATmega328P. Di bidang manajemen informatika ditampilkan artikel ilmiah mengenai sejarah, cara kerja dan manfaat *internet of things* serta artikel ilmiah mengenai media pembelajaran untuk anak dengan metode *multimedia development life cycle*.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih kepada para *reviewer* dari Universitas Hasanuddin, Universitas Lampung, Politeknik Negeri Semarang dan Politeknik Negeri Jakarta atas usaha dan kerja keras dalam melakukan kajian dan penyempurnaan terhadap artikel-artikel pada edisi ini. Besar harapan kami agar karya dari para penulis pada edisi ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti di bidang manajemen teknologi dan informasi.

Politeknik Negeri Bali, 31 Juli 2018

Editor-in-chief Jurnal Matrix

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka

ISSN: 2580-5630



9 772580 563008

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

Google
Scholar



sinta
Science and Technology Index

Daftar Isi

I Gusti Ngurah Ardana, ANALISIS PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG MENGGUNAKAN KOIL STANDAR DENGAN KOIL KAWAHARA PADA SEPEDA MOTOR HONDA VARIO TECHNO 125 CC PGM-FI TAHUN 2012	26-30
I Gede Suputra Widharma, I Nengah Sunaya, I Gusti Putu Arka, I Gde Nyoman Sangka, SIMULASI PERANCANGAN SUDUT PERLINDUNGAN PERISAI PADA PENYULANG DENGAN KAWAT TANAH BERBASIS SOFTWARE GEOGEBRA	31-35
Wilianto, Ade Kurniawan, SEJARAH, CARA KERJA DAN MANFAAT INTERNET OF THINGS	36-41
Bayu Fajar Pratama, Lailatul Husniah, PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK ANAK MENGGUNAKAN METODE MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE	42-46
I Ketut Darminta, I Gusti Putu Arka, I Wayan Raka Ardana, I Putu Sendian Wahyu Adi, SIMULASI LAMPU SPOT PANGGUNG WISUDA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P	47-51

ANALISIS PERBANDINGAN EMISI GAS BUANG MENGGUNAKAN KOIL STANDAR DENGAN KOIL KAWAHARA PADA SEPEDA MOTOR HONDA VARIO TECHNO 125 CC PGM-FI TAHUN 2012

I Gusti Ngurah Ardana¹

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

¹gustingurahardana@pnb.ac.id

Abstrak: Saat ini banyak jenis sepeda motor yang diproduksi dengan spesifikasi standar yang telah memperhitungkan segi kelayakan serta keselamatan pengendara. Di sisi lain para pemilik sepeda motor masih ada yang memodifikasi sepeda motornya dengan tujuan bisa meminimalisir emisi gas buang untuk mencegah pencemaran lingkungan yang berlebihan. Banyak jenis koil *racing* yang beredar di pasaran dan salah satunya adalah koil Kawahara dengan keunggulan yang dimiliki adalah bisa meminimalisir emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor. Hasil data pengujian sepeda motor Honda Vario Techno 125 cc PGM-FI pada putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm dan 5000 rpm menunjukkan bahwa penggunaan koil standar menghasilkan emisi gas buang yang lebih besar daripada koil Kawahara. Dengan demikian koil Kawahara dapat menghasilkan pembakaran pada silinder motor yang lebih sempurna daripada koil standar.

Kata kunci: Koil, Emisi Gas Buang, Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI, Kawahara.

Abstract: Currently many types of motorcycles are manufactured with standard specifications that have considered the feasibility and safety of motorists. On the other hand, the owners of motorcycles are still modifying the bike in accordance to minimize exhaust emissions to prevent excessive environmental contamination. Many types of coil racing on the market and one of them is Kawahara coil with its ability to minimize the exhaust emissions generated by motorcycle as advantage. From the test result of Honda Vario Techno 125 cc PGM-FI motor cycle at 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm and 5000 rpm, the uses of standard coil produce higher emissions rather than Kawahara coil. Therefore, Kawahara coil is able to produce more perfect burning in motor cylinder than standard coil.

Keywords: Coil, Exhaust Gas Emission, Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI, Kawahara.

I. PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang paling efektif untuk masyarakat Indonesia. Selain harganya terjangkau, sepeda motor dapat digunakan di berbagai medan jalan. Setiap tahun, populasi sepeda motor di Indonesia meningkat pesat. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa jumlah sepeda motor di Indonesia sampai dengan tahun 2008 adalah sebanyak 47.683.681 unit. Sementara itu, berdasarkan data Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) pada tahun 2009 jumlah sepeda motor yang terjual mencapai 5.881.777 unit. Dengan demikian jumlah sepeda motor di Indonesia saat ini sudah lebih dari 50 juta unit. Di Bali terdapat kurang lebih 1.000.000 juta sepeda motor dengan pertumbuhan jumlah kendaraan mencapai 5 sampai 10 persen per tahun [1], [2].

Peningkatan populasi kendaraan yang sangat pesat tersebut menimbulkan masalah nasional yang sangat krusial, yaitu polusi udara serta krisis bahan bakar mineral (minyak bumi). Indonesia beberapa tahun yang lalu dikenal sebagai salah satu negara pengekspor minyak bumi, namun kini telah menjadi importir, karena produksi dalam negeri tidak dapat lagi memenuhi permintaan pasar yang meningkat dengan cepat. Ditinjau dari masalah polusi udara di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-75 persen. Sementara kontribusi gas buang dari cerobong asap

industri hanya berkisar 10-15 persen, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain. Polusi udara saat ini sudah menunjukkan tingkat yang memprihatinkan dan polusi tersebut sebagian besar disebabkan oleh penggunaan kendaraan bermotor.

Secara garis besar, polusi udara yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor bersumber dari polusi yang berasal dari penguapan bahan bakar sebesar 20%, polusi yang berasal dari *blow by gas* sebesar 20%, dan polusi yang berasal dari emisi gas buang sebesar 60% [3], [4]. Tingginya emisi gas buang pada kendaraan bermotor (motor bensin) disebabkan oleh tidak sempurnanya proses pembakaran di dalam silinder sehingga dihasilkan gas dan partikel sisa pembakaran atau emisi gas buang yang mengandung unsur polutan yang berbahaya bagi kesehatan [5].

Permasalahan polusi udara yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor khususnya sepeda motor serta masalah krisis bahan bakar mineral mendorong usaha perlunya mencari terobosan baru untuk mengantisipasi masalah tersebut. Tujuan dari semua itu adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja motor guna mengatasi masalah yang ada. Efisiensi kerja motor dalam sebuah motor bensin sangat dipengaruhi oleh keberlangsungan proses pembakaran. Proses pembakaran yang ideal akan mengoptimalkan

kerja motor sehingga meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar dan menyisakan sedikit emisi gas buang. Proses pembakaran di dalam silinder dipengaruhi banyak faktor yakni sistem pengapian, tekanan kompresi, konstruksi ruang bakar, mekanisme katup, bahan bakar, perbandingan campuran bahan bakar dan udara [6].

Sistem pengapian (*ignition system*) pada kendaraan bermotor berfungsi untuk menaikkan tegangan rendah baterai menjadi 20 KV atau lebih dengan menggunakan *ignition coil* dan kemudian meneruskan tegangan tinggi tersebut ke busi. Sistem pengapian terdiri dari baterai, kunci kontak, *ignition coil*, kabel tegangan tinggi dan busi agar campuran bahan bakar terbakar dengan sempurna, diperlukan suatu mekanisme sistem pengapian yang mampu melayani kebutuhan mesin pada setiap putaran mesin secara berkesinambungan [7]. Sistem pengapian (bunga api busi) yang kuat dan akurat akan mampu membakar campuran bahan bakar secara sempurna dan tepat pada waktu yang diperlukan sehingga dihasilkan output tenaga mesin yang optimal dengan penggunaan bahan bakar yang efisien (hemat), dan dimungkinkan menyisakan emisi gas buang yang rendah. Pada sistem pengapian, busi memegang peranan yang penting karena kualitas pembakaran di dalam silinder tergantung dari kualitas bunga api yang dikeluarkannya [8]. Untuk itu busi harus mempunyai syarat sebagai berikut: harus dapat merubah tegangan tinggi menjadi loncatan bunga api pada elektrodanya; harus tahan terhadap suhu pembakaran gas yang tinggi sehingga busi tidak terbakar elektrodanya; dan harus tidak terjadi deposit karbon atau busi harus tetap bersih. Sedangkan api dari busi sangat tergantung dari jenis koil yang digunakan [9].

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas, perlu diadakan penelitian tentang perbandingan emisi gas buang menggunakan koil standar dengan koil Kawahara pada sepeda motor Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI tahun 2012.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Analisis

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data secara spesifik yaitu perbandingan emisi gas buang yang dihasilkan dengan menggunakan koil standar dan koil Kawahara pada Honda Vario Techno 125 CC Pgm-FI tahun 2012. Proses pengumpulan data ini akan dilakukan oleh mahasiswa serta dibantu teknisi di PT. Agung Automall Toyota Gianyar.

Putaran mesin yang digunakan adalah dari 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, dan 5000 rpm. Pada setiap hasil emisi gas buang yang dihasilkan, akan diambil sampel sebanyak lima kali guna menghindari subyektifitas penelitian. Kemudian hasil dari data tersebut dianalisis secara matematis sederhana dengan mencari nilai rata-rata.

2.2. Lokasi Penelitian

Observasi dilakukan di Bengkel Otomotif kampus Politeknik Negeri Bali. Observasi dilakukan guna mengumpulkan data yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang tepat dengan *gas analyzer* khusus sepeda motor.

2.3. Instrumen yang Digunakan

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa instrumen atau alat-alat yang menunjang proses pengumpulan data dan analisis mulai dari persiapan bahan sampai mendapatkan data dari hasil pengujian. Adapun instrumen yang dibutuhkan adalah sepeda motor Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI tahun 2012, tool set, koil standar, koil Kawahara dan *gas analyzer*.

Sepeda Motor Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI tahun 2012 memiliki spesifikasi mesin 4 langkah SOHC dengan 1 silinder, diameter $\times$ langkah sebesar 52,4 $\times$ 57,9 mm, rasio kompresi sebesar 11:1, bahan bakar premium, pendinginan dengan cairan dan torsi maksimum 10,8 Nm pada 5000 rpm sesuai yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sepeda Motor Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI Tahun 2012 [4]

Beberapa *tool set* yang akan dipakai saat pengambilan data antara lain obeng, set kunci L, set kunci ring, set kunci pas, tang jepit, avometer, gunting kabel, isolasi kabel dan beberapa kabel.

Koil standar yang digunakan adalah koil pada sepeda motor Honda Vario Techno 125 cc sesuai Gambar 2.



Gambar 2. Koil standar

Koil Kawahara yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Koil Kawahara

Gas Analyzer adalah alat yang akan digunakan untuk menghitung emisi gas buang yang diperoleh dari hasil pembakaran pada putaran mesin (rpm) tertentu untuk pengambilan data pengujian. *Gas Analyzer* akan menganalisis kandungan gas buang berupa CO, HC, CO₂, dan O₂ lalu diteruskan ke *amplifier* dan selanjutnya ditampilkan pada *display*. *Gas Analyzer* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Gas analyzer [1]

2.4. Prosedur Pengumpulan Data

Tahapan yang dilakukan dalam pengambilan data adalah persiapan alat dan bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pengujian misalnya sepeda motor yang akan diuji, jenis koil yang akan digunakan saat pengujian, dan *gas analyzer*. Selanjutnya adalah tahap pengambilan data. Pada tahap ini, dilakukan pengujian pertama menggunakan koil Kawahara yang dilakukan sebanyak lima kali tahap pengujian dan menaikkan putaran mesin sampai putaran yang diinginkan dengan memutar grip gas. Pencatatan data yang dilakukan pada putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, dan 5000 rpm. Setelah pengujian pada koil Kawahara selesai dilakukan, mesin dimatikan dan koil Kawahara diganti dengan koil standar dan dilakukan pengujian yang sama pada penggunaan koil Kawahara. Proses pengambilan data ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses pengambilan data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan koil standar dan koil Kawahara pada sepeda motor Honda Vario Techno 125 cc Pgm-FI tahun 2012, dapat diperoleh data sesuai yang terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan pada putaran 1000 rpm dengan menggunakan koil standar adalah CO: 0,63; HC: 566; CO₂: 11,7; dan O₂: 2,13. Sedangkan pada penggunaan koil Kawahara diperoleh CO: 0,00; HC: 317; CO₂: 6,2; dan O₂: 1,80. Sehingga pada putaran 1000 rpm, emisi gas buang koil standar lebih besar daripada koil Kawahara.

Tabel 1. Pengambilan data kadar emisi gas buang koil standar

rpm	EGB	Pengujian					R
		1	2	3	4	5	
1000	CO (%)	0,59	0,67	0,60	0,63	0,70	0,63
	HC (ppm)	567	584	579	507	594	566
	CO ₂ (%)	11,9	11,7	11,8	11,7	11,7	11,7
	O ₂ (%)	2,13	2,08	2,14	2,05	2,29	2,13
2000	CO (%)	0,67	0,67	0,68	0,64	0,65	0,66
	HC (ppm)	755	796	875	432	569	685
	CO ₂ (%)	11,6	11,5	11,5	11,9	11,7	11,6
	O ₂ (%)	2,48	2,44	2,68	2,11	2,38	2,41
3000	CO (%)	0,51	0,53	0,56	0,69	6,80	1,81
	HC (ppm)	110	35	101	109	1448	360
	CO ₂ (%)	12,3	12,3	12,2	11,8	7,2	11,6
	O ₂ (%)	1,41	1,29	1,41	1,43	2,05	1,51
4000	CO (%)	2,37	2,33	2,31	2,22	1,78	2,08
	HC (ppm)	0	0	0	0	0	0
	CO ₂ (%)	11,8	11,8	11,9	11,7	10,5	11,5
	O ₂ (%)	0,23	0,24	0,25	0,30	1,10	0,42
5000	CO (%)	2,89	3,84	1,62	1,81	1,59	2,36
	HC (ppm)	0	2	65	60	101	45
	CO ₂ (%)	11,5	11,0	12,1	12,0	12,0	9,68
	O ₂ (%)	0,49	0,44	0,92	0,85	1,00	0,74

Keterangan:

EGB : nilai emisi gas buang

R : rata-rata

Pada putaran 2000 rpm menggunakan koil standar, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 0,66; HC: 685; CO₂: 11,6; dan O₂: 2,41. Sedangkan pada penggunaan koil Kawahara, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 0,00; HC: 324; CO₂: 5,7; dan O₂: 2,18. Sehingga pada putaran 2000 rpm, emisi gas buang koil standar lebih besar daripada koil Kawahara.

Pada putaran 3000 rpm menggunakan koil standar, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 1,81; HC: 360; CO₂: 11,6; dan O₂: 1,51. Sedangkan pada penggunaan koil Kawahara, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 0,00; HC: 106; CO₂: 6,3; dan O₂: 0,91. Sehingga pada putaran 3000 rpm, emisi gas buang koil standar lebih besar daripada koil Kawahara.

Pada putaran 4000 rpm menggunakan koil standar, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 2,08; HC: 0; CO₂: 11,5; dan O₂: 0,42. Sedangkan pada penggunaan koil Kawahara emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 0,00;

HC: 0; CO₂: 6,6; dan O₂: 0,33. Sehingga pada putaran 4000 rpm, emisi gas buang koil standar lebih besar daripada koil Kawahara.

Pada putaran 5000 rpm menggunakan koil standar, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 2,36; HC: 45; CO₂: 9,68; dan O₂: 0,74. Sedangkan pada penggunaan koil Kawahara, emisi gas buang rata-rata yang dihasilkan adalah CO: 0,33; HC: 32; CO₂: 5,7; dan O₂: 0,45. Sehingga pada putaran 5000 rpm, emisi gas buang koil standar lebih besar daripada koil Kawahara.

Tabel 2. Pengambilan data kadar emisi gas buang koil Kawahara

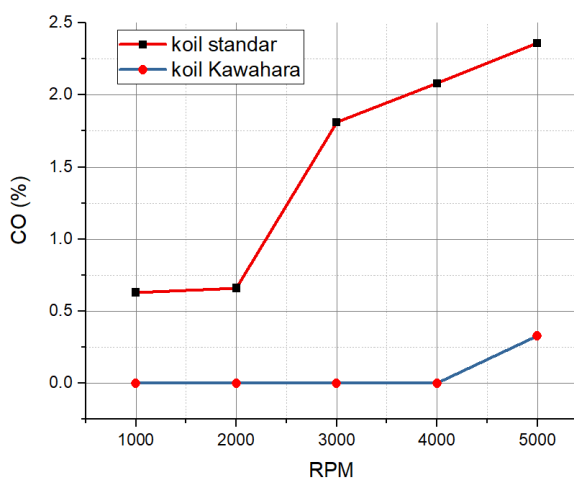
rpm	EGB	Pengujian					R
		1	2	3	4	5	
1000	CO (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HC (ppm)	347	253	282	350	354	317
	CO ₂ (%)	6,3	6,3	6,3	6,2	6,0	6,2
	O ₂ (%)	1,76	1,68	1,80	1,92	1,87	1,80
2000	CO (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HC (ppm)	256	358	305	303	401	324
	CO ₂ (%)	5,9	5,4	5,9	5,8	5,8	5,7
	O ₂ (%)	1,79	2,28	2,05	2,00	2,79	2,8
3000	CO (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HC (ppm)	76	72	96	151	135	106
	CO ₂ (%)	6,5	6,4	6,3	6,2	6,3	6,3
	O ₂ (%)	0,70	0,70	0,68	1,21	1,29	0,91
4000	CO (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HC (ppm)	0	0	0	0	0	0
	CO ₂ (%)	6,6	6,7	6,6	6,6	6,5	6,6
	O ₂ (%)	0,31	0,31	0,32	0,30	0,32	0,33
5000	CO (%)	0,38	0,38	0,39	0,35	0,18	0,33
	HC (ppm)	28	29	33	31	39	32
	CO ₂ (%)	5,7	5,7	5,7	5,7	6,0	5,7
	O ₂ (%)	0,35	0,38	0,43	0,45	0,64	0,45

Keterangan:

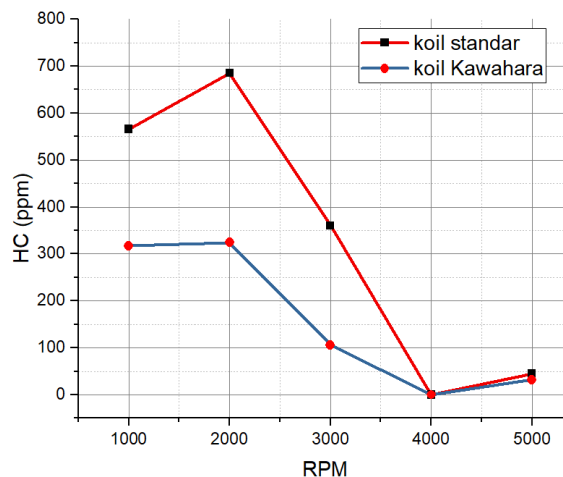
EGB : nilai emisi gas buang

R : rata-rata

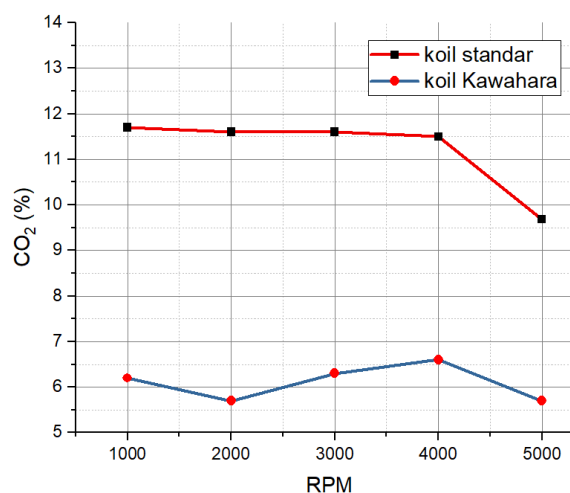
Grafik perbandingan emisi gas buang CO, HC, CO₂ dan O₂ menggunakan koil standar dan koil Kawahara berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 6 hingga Gambar 9.



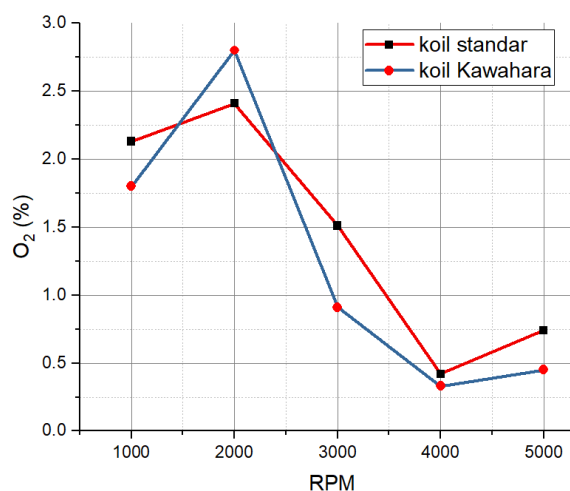
Gambar 6. Perbandingan emisi gas buang CO



Gambar 7. Perbandingan emisi gas buang HC



Gambar 8. Perbandingan emisi gas buang CO₂



Gambar 9. Perbandingan emisi gas buang O₂

Emisi gas buang rata-rata koil standar pada putaran mesin dari 1000 rpm hingga 5000 rpm adalah CO: 1,5; HC: 331,2; CO₂: 11,2; dan O₂: 1,44. Sedangkan emisi gas buang rata-rata koil Kawahara pada putaran mesin dari 1000 rpm hingga 5000 rpm adalah CO: 0,066; HC: 155,8; CO₂: 6,1; dan O₂: 1,25. Secara keseluruhan, berdasarkan data pengujian dapat disimpulkan bahwa penggunaan koil Kawahara menghasilkan emisi gas buang yang lebih kecil dibandingkan dengan koil standar.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa emisi gas buang pada penggunaan koil Kawahara pada variasi putaran 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, dan 5000 rpm menghasilkan emisi gas buang rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan koil standar. Emisi gas buang rata-rata koil standar pada putaran mesin dari 1000 rpm hingga 5000 rpm adalah CO: 1,5; HC: 331,2; CO₂: 11,2; dan O₂: 1,44. Sedangkan emisi gas buang rata-rata koil Kawahara pada putaran mesin dari 1000 rpm hingga 5000 rpm adalah CO: 0,066; HC: 155,8; CO₂: 6,1; dan O₂: 1,25. Koil Kawahara dapat menghasilkan pembakaran pada silinder motor yang lebih sempurna daripada koil standar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada editor dan reviewer Jurnal Matrix, penulis sampaikan terima kasih atas kajian dan publikasi artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (2018, Mei). *Perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut jenis tahun 1949-2016*, Diakses dari website Badan Pusat Statistik <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>.
- [2] Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. *Banyaknya kendaraan bermotor menurut jenis kendaraan dan kabupaten/kota di Bali tahun 2013*, Diakses dari website Badan Pusat Statistik Kota Denpasar <https://denpasarkota.bps.go.id/statictable/2014/11/06/37/banyaknya-kendaraan-bermotor-menurut-jenis-kendaraan-dan-kabupaten-kota-di-bali-tahun-2013.html>.
- [3] Sulisty, A.B., Kusuma, I G.B.W. & Budiarsa, I N. (2016). Pengaruh LGV terhadap performa dan emisi gas buang pada mobil transmisi Manual. *METTEK*, 2(1), 26-34.
- [4] Nugraha, B. S. & Sriyanto, J. (2007). Aplikasi teknologi injeksi bahan bakar elektronik (EFI) untuk mengurangi emisi gas buang sepeda motor. *Profesional*, 5(2), 692-706.
- [5] Qadri, M., Magfurah, F. & Yulianto, S. (2013). *Analisa perbandingan emisi gas buang bahan bakar LGV dengan premium pada daihatsu grand max standar*. Simposium Nasional RAPI XII.
- [6] Daryanto. (2008). *Prinsip Dasar Mesin Otomotif*, Jakarta: Alfabeta.
- [7] Gunadi. (2011). *Sistem Kelistrikan Bodi*. Yogyakarta: Mentari Pustaka.
- [8] Kukuh Adityo Prastowo, K.A. (2016). *Perbandingan Antara Penggunaan Koil Standard dan Koil Racing dengan Variasi Celah Elektroda Busi Terhadap Performa Mesin Vario Techno 110 cc*. Universitas Negeri Semarang: Skripsi Jurusan Teknik Mesin.
- [9] Widodo, E.S. & Afriyanto, Z. (2016). *Pengaruh kualitas transformator step up pengapian terhadap emisi gas buang dan performa motor bakar satu silinder 4-tak*. Prosiding SNATIF Ke -3, 69-72.

SIMULASI PERANCANGAN SUDUT PERLINDUNGAN PERISAI PADA PENYULANG DENGAN KAWAT TANAH BERBASIS SOFTWARE GEOGEBRA

I Gede Suputra Widharma¹, I Nengah Sunaya², I Gusti Putu Arka³,
I Gde Nyoman Sangka⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

¹suputra@pnb.ac.id

Abstrak: Simulasi penelitian ini dilaksanakan pada penyulang Sempidi yang merupakan salah satu penyulang pada Gardu Induk Kapal. Simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan sudut perlindungan perisai yang paling optimal dalam mengamankan saluran transmisi pada penyulang yang menggunakan kawat tanah. Simulasi ini memanfaatkan program komputer untuk memvisualisasikan dan mendemonstrasikan konsep geometri yaitu GeoGebra. *Software* ini bersifat dinamis dalam mengintegrasikan data pada penyulang seperti tinggi, travers, dan luas penampang kawat tanah. Sudut perlindungan perisai yang paling optimal diperoleh adalah 41° dan 29° terhadap bidang horizontal (sumbu x). Dengan memanfaatkan GeoGebra dapat ditunjukkan bahwa sudut penyulang telah dipasang sesuai standar dan merupakan sudut yang optimal dalam saluran transmisi tersebut.

Kata kunci: Sudut Perlindungan, Perisai, Penyulang, GeoGebra.

Abstract: *This research simulation has been done at Sempidi feeder which is one of many feeders in Kapal substation. This simulation aimed to obtain the optimal protection angle of shield to protect transmission line at the feeder that using ground wire. In this simulation, a computer program is used to visualize and demonstrate geometric concepts, named GeoGrab. This dynamic software provides features that can be effectively integrated into feeder data such as high, travers and cross-sectional area of ground wire. The most optimum protection angle of shield is 41° and 29° to horizontal area (the x-axis). Using GeoGebra, it can be shows that the angle feeder is installed according to the standard and is an optimal angle in the transmission line.*

Keywords: Protection Angle, Shield, Feeder, GeoGebra.

I. PENDAHULUAN

PT. PLN Distribusi Bali menggunakan penyulang / feeder 20 kV dengan 3 fasa 3 penghantar yang tersebar di seluruh wilayah Bali untuk menyediakan kebutuhan listrik di Bali. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan pada penyulang Sempidi dan sekitarnya menunjukkan bahwa saat terjadi petir di beberapa wilayah penyulang distribusi tenaga listrik beresiko terkena sambaran. Meski sudah dipasang pengaman, sistem juga dapat terganggu. Akibatnya terdapat gangguan pada penyulang / feeder, seperti: penghantar terputus, listrik padam, hingga transformator distribusi yang rusak [1]. Keandalan sistem distribusi perlu dijaga keberlanjutannya dalam meningkatkan efisiensi penyaluran daya [2]. Pentingnya memberikan sistem proteksi pada penyulang [3]. Dengan memasang kawat tanah sepanjang penyulang, dimana kawat tanah ini terpasang pada titik tertinggi dari saluran penyulang / feeder sebagai pengaman saluran terhadap petir. Oleh karena itu, pada wilayah penyulang / feeder yang rawan petir sudah mulai direalisasikan pemasangan kawat tanah ini, termasuk penyulang / feeder Sempidi [4]. Sudut perlindungan pada perisai (*shield*) yang optimal mampu meningkatkan kapasitas saluran transmisi [5].

Penelitian yang memanfaatkan *Software* GeoGebra sangat ideal dalam pembelajaran konsep-konsep perhitungan yang menuntut ketelitian tinggi. Penyelesaian grafik secara tepat, cepat, akurat, dan

terutama yang menyangkut transformasi geometri, kalkulus, statistika, dan grafik fungsi [6]. GeoGebra sangat bermanfaat sebagai media pembelajaran dengan beragam aktivitas sebagai media demonstrasi dan visualisasi [7]. *Software* ini baik digunakan sebagai media pembelajaran matematika khususnya geometri dan aljabar [8]. Adanya fasilitas animasi dan gerakan-gerakan manipulasi (*dragging*) pada program GeoGebra dapat memberikan tampilan visual yang lebih jelas dalam konsep geometri dan menunjukkan sifat-sifat yang berlaku pada suatu obyek geometri.

Pada penelitian ini *software* GeoGebra dimanfaatkan secara optimum dalam mendapatkan sudut perlindungan perisai (*shield*) yang optimal pada penyulang Sempidi dalam suatu simulasi serta proses konstruksi pemasangan kawat tanah yang optimal.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan pengamatan langsung terhadap pemasangan kawat tanah pada penyulang Sempidi Gardu Induk Kapal. Penulis melakukan pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan dengan beberapa persamaan. Untuk menentukan pentanahan elektroda batang tunggal digunakan Persamaan (1).

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} - 1 \right) \text{ ohm} \quad (1)$$

dengan

R = tahanan pembumian elektroda batang [Ω]

ρ = tahanan jenis tanah [$\Omega.m$]

L = panjang batang yang tertanam [m]

d = diameter elektroda batang [m]

Untuk penentuan besar sudut yang efektif dalam mengamankan jaringan dari surja petir digunakan Persamaan (2).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A}{t} \quad (2)$$

dengan

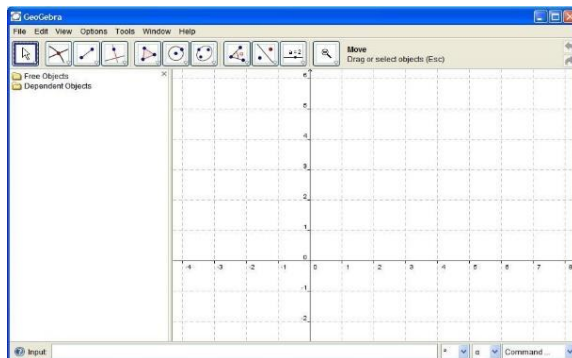
$\operatorname{tg} \alpha$ = besar sudut pengamanan surja petir ($^\circ$)

t = tinggi/jarak penempatan kawat tanah dari sisi teratas *travers* (cm)

A = jarak penghantar terjauh dengan as penyangga kawat tanah (cm)

2.2. Software GeoGebra

Perkembangan ilmu pengetahuan yang sangat pesat dan juga sejalan dengan berkembangnya teknologi yang semakin canggih sangat berpengaruh dan memberi manfaat dalam kehidupan. Berbagai pemanfaatan GeoGebra dalam pemodelan sistem dimaksudkan untuk mendukung dan memfasilitasi pengguna dalam memahami konsep-konsep geometri dan aljabar. Program GeoGebra sangat bermanfaat untuk mengkreasi lingkungan belajar *online* interaktif yang memungkinkan untuk mengeksplorasi berbagai konsep-konsep. Menu utama GeoGebra adalah: *File, Edit, View, Option, Tools, Windows, dan Help* untuk menggambar obyek-obyek geometri.



Gambar 1. Menu GeoGebra

Program GeoGebra dimanfaatkan untuk menemukan bahwa dua sudut yang saling bertolak belakang dan menyelesaikan persamaan linier dua variabel yang ditemukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Penyulang Sempidi Gardu Induk Kapal

Penyulang Sempidi yang merupakan salah satu penyulang pada Gardu Induk Kapal merupakan penyulang yang mencakup wilayah luas dan padat.

Berikut pada Tabel 1 adalah spesifikasi pada penyulang tersebut.

Tabel 1. Data penyulang Sempidi [9]

Komponen	Ukuran
Panjang JTM	47.771,41 meter
Panjang JTR	10.1497,04 meter
Kapasitas GD	15.695 KVA
Jumlah Trafo GD	79 buah
Jumlah GD	77 buah
Jumlah tiang TM	980 buah
Jumlah tiang TM dengan PE	104 buah
Jumlah tiang TR	2.763 buah
Pelanggan TM	10 unit
Panjang sambungan TM	0
Total beban TM	9.480.000 VA
Jumlah sambungan TM	10 buah
Pelanggan TR	30.190 unit
Panjang sambungan TM	386.230 meter
Beban TR	58.425.040 VA
Jumlah sambungan TR	30.190 buah

Dalam perencanaan awal penyulang Sempidi, PLN Distribusi Bali menggunakan sistem jaringan 3 fasa dengan 3 kawat, dimana pada saat itu sambaran petir dianggap tidak langsung mengenai jaringan. Namun dilihat dari data gangguan sebelum terpasangnya kawat tanah, terdapat sejumlah gangguan akibat petir dalam beberapa tahun terakhir. Untuk itu diperlukan pemasangan alat perlindungan (perisai) yang terhubung pada elektroda yang terpasang. Data elektroda batang yang terpasang pada penyulang Sempidi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data elektroda batang yang terpasang [9]

Dimensi	Ukuran
Panjang (L)	3 meter
Diameter	2 cm (1,5 cm diameter baja dengan 0,25 cm lapisan tembaga)
penampang (D)	40 Ωm (tanah berair) dan 100 Ωm (tanah pertanian)
Tahanan Jenis Tanah	
Elektroda batang terpasang	24 buah

3.2. Perhitungan Sudut Pengamanan Pengantar Fasa Terhadap Surja Petir

Sudut perlindungan pada penyulang yang biasa disebut dengan perisai (*shield*) dapat dihitung dengan Persamaan (2). Perhitungan sudut konstruksi tiang awal (130 cm) dan akhir (150 cm) dengan kawat tanah dilakukan sebagai berikut.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{130}{150}$$

$$\alpha = 41^\circ$$

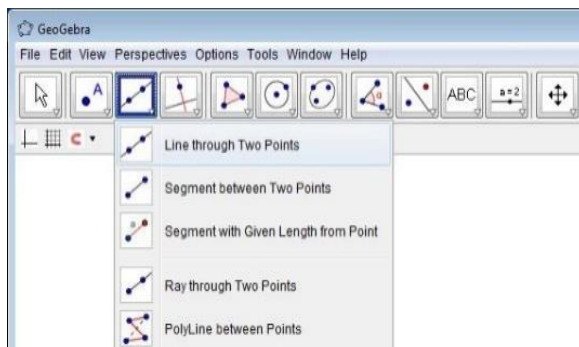
Sedangkan perhitungan sudut konstruksi titik pusat sumbu kawat tanah (80 cm) dengan tiang dilakukan sebagai berikut.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{80}{150}$$

$$\alpha = 29^\circ$$

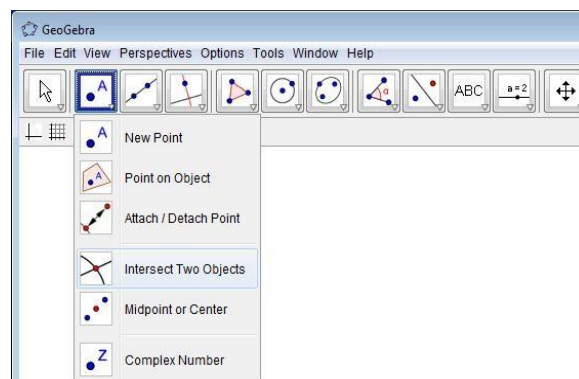
3.3. Pemanfaatan GeoGebra Dalam Simulasi Sudut Pengaman

GeoGebra dalam memvisualisasi dan mendemonstrasikan secara geometri pembentukan sudut 41° dan 29° . Dalam menghitung sudut pengaman perlu dibuat simulasi sudut yang diawali dengan membuat dua garis yang saling berpotongan dengan *tool line through two points* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



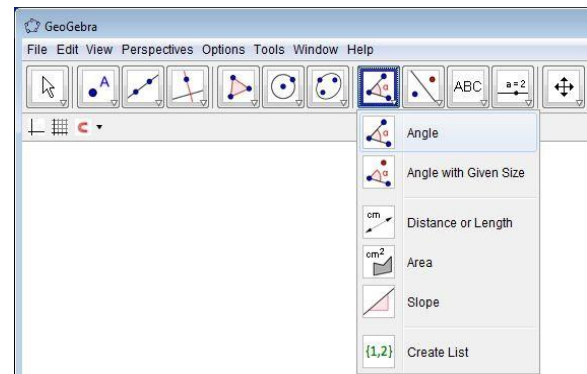
Gambar 2. Pembuatan garis pada GeoGebra

Setelah membuat garis-garis penghubung, maka prosedur dilanjutkan dengan menentukan titik potong kedua garis tersebut yang akan membentuk sudut. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3.



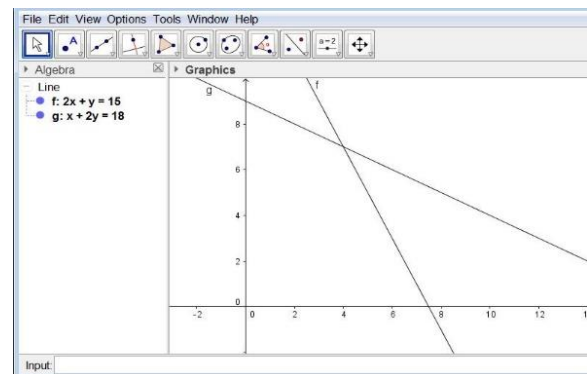
Gambar 3. Pembuatan garis pada GeoGebra

Kemudian dengan memanfaatkan *tool angle* pada *software* GeoGebra dapat ditentukan besar sudut yang terbentuk seperti pada Gambar 4. Setelah langkah-langkah di atas dilaksanakan, maka sudut optimal dapat diperoleh dengan cara menggeser atau menggerakkan titik A ke beberapa arah dan mengukur sudut yang terbentuk seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Penentuan besar sudut perisai

Dengan menggerakkan titik A dan titik B ke beberapa posisi akan diperoleh sudut-sudut yang optimal dan kemudian membandingkan sudut-sudut yang diperoleh dengan sudut-sudut hasil perhitungan.



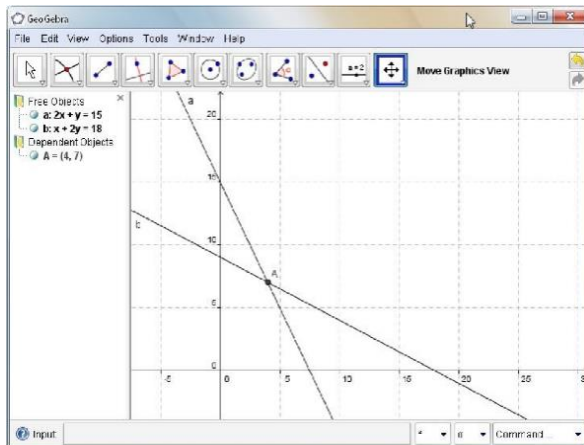
Gambar 5. Pemilihan sudut optimal

Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran sudut yang diperoleh dari simulasi GeoGebra.

Tabel 3. Penentuan sudut perisai optimal

Uji ke	Sudut Bentukan		Keterangan
	Titik A	Titik B	
1	25	45	Belum Optimal
2	27	43	Belum Optimal
3	29	41	Belum Optimal
4	30	40	Belum Optimal
5	33	38	Belum Optimal
6	35	36	Belum Optimal
7	37	33	Belum Optimal
8	38	30	Belum Optimal
9	40	29	Sudah Optimal
10	41	29	Sudah Optimal
11	41	28	Sudah Optimal
12	43	27	Sudah Optimal
13	44	27	Sudah Optimal
14	45	26	Belum Optimal
15	47	25	Belum Optimal
16	47	25	Belum Optimal
17	48	24	Belum Optimal
18	49	23	Belum Optimal
19	49	23	Belum Optimal
20	50	22	Belum Optimal
21	51	21	Belum Optimal

Dari hasil simulasi pengukuran sudut yang terbentuk sebagian besar belum optimal karena sudut-sudut tersebut menyebabkan konstruksi tidak setimbang. Pengujian ke 9 hingga ke 13 sudah optimal karena membentuk konstruksi yang setimbang antara perbandingan sumbu tegak dan sumbu mendatar terhadap kawat tanah yang dipasang seperti pada Gambar 6. Dari 5 pengujian yang sudah optimal tersebut terdapat pengujian ke 10 yang sesuai dengan hasil perhitungan melalui Persamaan (2).



Gambar 6. Sudut optimal pada simulasi

3.4. Penentuan Penampang Penghantar

Dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), ditetapkan bahwa dalam pemasangan penghantar pembumian digunakan jenis penghantar BC (*bare copper*) dengan luas penampang minimal 50 mm². Melalui penentuan luas penghantar, dapat dilakukan perbandingan dari kemampuan hantar arus (KHA) penghantar yang disyaratkan. KHA penghantar BC dengan penampang 50 mm² adalah 250 A. Dari KHA tersebut dapat ditentukan luas penampang.

Dilihat dari sistem pentanahan kawat tanah yang terpasang pada penyulang Sempidi menggunakan elektroda batang, dimana kawat tanah diketanahkan setiap 5 GW (giga watt). Pentanahan ini terpasang dengan tahanan terkecil 10,84 Ohm dan tahanan terbesar 23,24 Ohm. Meski dapat diterima, sebaiknya dilakukan sistem pentanahan sebaik mungkin agar diperoleh perlindungan yang lebih baik. Persamaan (1) dapat digunakan untuk melakukan proses perhitungan resistansi tanah. Nilai pentanahan maksimum 5 Ohm, dapat diperoleh dengan menggunakan elektroda batang yang memiliki panjang 6 m dan luas penampang 3 cm². Jika masih belum memenuhi, maka dapat digunakan sistem pentanahan paralel. Untuk memperoleh nilai tahanan di bawah 5 Ohm, maka digunakan 3 buah batang elektroda.

3.5. Analisis Pemasangan Kawat Tanah

Pemasangan kawat tanah ini menyebabkan penurunan jumlah gangguan surja petir langsung terhadap penghantar fasa SUTM 20 KV yang terjadi pada penyulang Sempidi menurun. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pemasangan kawat tanah

pada bagian teratas SUTM, sebagai perlindungan SUTM terhadap sambaran petir langsung dengan memperhitungkan sudut perisai perlindungan, luas penampang kawat yang digunakan, sistem pembumiannya dan juga konstruksi.

3.6. Keamanan Penghantar Fasa Terhadap Sambaran Petir Langsung

Dari perhitungan sudut perlindungan, maka dapat diketahui wilayah perisai untuk melindungi penghantar-penghantar fasa yang berada di bawahnya. Untuk tinggi pemasangan kawat tanah 185 cm dan jarak penghantar fasa dengan sumbu sejauh 130 cm dan 80 cm sudah memenuhi wilayah perlindungan, dengan sudut perlindungan maksimal 45° dan dalam perencanaan setelah dihitung dengan tinggi pemasangan kawat tanah 185 cm jarak penghantar fasa dengan sumbu sejauh 130 cm dan 80 cm dari *travers* (tempat sangkutan atau kedudukan isolator sehingga dapat memisahkan fasa pada saluran transmisi) sudah memasuki wilayah aman penghantar fasa dengan sudut penempatan penghantar fasa 41° serta 29° dari titik pemasangan kawat tanah.

3.7. Besar Penampang Penghantar Kawat Tanah

Dalam menentukan besar penampang yang digunakan untuk kawat tanah, pada perencanaan, PT. PLN menggunakan perbandingan dari penghantar BC dengan luas penampang 50 mm² menjadi penghantar AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*) dengan luas penampang 70 mm². Ukuran tersebut diperoleh dari perbandingan KHA kedua jenis penghantar tersebut. Sedangkan kawat tanah yang terpasang adalah jenis penghantar AAAC dengan luas penampang 35 mm², 50 mm² dan 70 mm². Hal tersebut diperoleh dari besarnya arus gangguan akibat sambaran petir langsung pada lokasi pemasangan penghantar.

Pada sistem pentanahan kawat tanah ini digunakan elektroda batang sebagai penetralisir arus sambaran petir ke bumi dengan konfigurasi paralel beberapa elektroda batang sejumlah 2-3 elektroda pada masing-masing titik pentanahan, dengan batang elektroda yang memiliki ukuran panjang 6 meter dan luas penampang 3 cm² sehingga diperoleh nilai pentanahan di bawah 5 Ohm.

3.8. Konstruksi Pemasangan Kawat Tanah

Agar memenuhi standar pemasangan kawat tanah, ketentuan dan standar pengamanan terhadap sambaran petir langsung harus terpenuhi sehingga mencapai tujuan yang diharapkan. Konstruksi yang baik untuk digunakan pada penyulang Sempidi kawat tanah adalah pada jarak antara titik pusat sumbu terhadap tiang karena lingkungannya lebih terbuka.

IV. KESIMPULAN

Simulasi dengan *software* GeoGebra untuk mendapatkan sudut perlindungan (perisai) yang optimal pada SUTM menghasilkan sudut sebesar 41° dan 29°. Dalam menentukan besar penampang yang

digunakan untuk kawat tanah, PT. PLN menggunakan perbandingan KHA antara kedua jenis penghantar yang terpasang dengan standar. Pembuatan konstruksi kawat tanah ini sudah sesuai dengan standar yang diharapkan. Pemasangannya menggunakan konstruksi awal dan akhir penyangga kawat tanah serta konstruksi kawat tanah titik pusat sumbu dengan tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunaya, I N. (2013). Analisa pengaruh pemasangan kawat tanah terhadap gangguan surja petir pada sistem distribusi saluran udara tegangan menengah 20 KV. *Logic*, 13(2), 121-126.
- [2] Widharma, I G. S. & Sunaya, I N. (2015). Analisis menentukan keandalan system distribusi dengan pemanfaatan algoritma genetika berbasis pemrograman matlab. *MATRIX*, 5(1), 19-26.
- [3] Arka, I G. P. & Mudiana, N. (2013). Studi pengaruh pemasangan sistem proteksi rele terhadap kemungkinan gangguan sympathetic tripping pada suatu penyulang. *Logic*, 13(3), 142-147.
- [4] Sajayasa, I M., Widharma, I G. S. & Arka, I G. P. (2013). Studi pemodelan sistem proteksi kawat tanah dengan metode sudut perlindungan (perisai) terhadap gangguan surja petir berbasis diagram lattice. *MATRIX*, 3(2), 66-71.
- [5] Widharma, I G. S., Sunaya, I N., Arka, I G. P. & Sajayasa, I M. (2017). Effect of using ground wire to lightning surge interference at 20 kV medium voltage distribution system based on genetics algorithm. *IRJEIS*, 3(2), 55-64.
- [6] Kusumah, Y. S. (2003). *Desain dan pengembangan bahan ajar matematika interaktif berbasis teknologi komputer*. Proceeding Seminar Nasional UPI Bandung.
- [7] Hohenwarter, M., Hohenwater, J. Kreis, Y. & Lavicza, Z. (2008). *Teaching and learning calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra*. ICME11-TSG16.
- [8] Akhirni, A. & Mahmudi, A. (2015). Pengaruh pemanfaatan Cabri 3D dan GeoGebra pada pembelajaran geometri ditinjau dari hasil belajar dan motivasi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 3(2), 91-99.
- [9] PT. (Persero) PLN P3B Jawa Bali. (2005). Modul pelatihan relai OCR. Jakarta: Badan Penerbit PLN.

SEJARAH, CARA KERJA DAN MANFAAT *INTERNET OF THINGS*

Wilianto¹, Ade Kurniawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Universal

¹wiliantochn@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan dan meringkas beberapa sumber pustaka terbaru tentang *Internet of Things* (IoT) dengan tiga sudut pandang: Sejarah, Cara Kerja dan Manfaat IoT. Metode dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Systematic Literature Review*. Hasil dari penelitian adalah sejarah awal mula IoT pada tahun 2009 oleh Kevin Ashton dengan melakukan penelitian tentang komunikasi antara *Machine to Machine* (M2M). Ide dasar dari IoT adalah menghubungkan beberapa perangkat dan bertukar data dengan perangkat lainnya dalam satu jaringan. Saat ini perkembangan cara kerja IoT mengalami perkembangan pesat seperti penambahan fitur *Security* dan *Blockchain*. IoT membawa dampak yang sangat baik untuk institusi pemerintah, industri, pendidikan dan kesehatan.

Kata kunci: *Machine to Machine, Internet of things, History, Systematic Literature Review.*

Abstract: This paper aims to collect and summarize some of the latest literature sources about IoT Internet of Things (IoT) with three points of view: History, Working and IoT Benefits. The method in this research is using Systematic Literature Review method. The result of the research is the early history of IoT started in 2009 by Kevin Ashton by doing research on communication between Machine to Machine (M2M). The basic idea of IoT is to connect multiple devices and exchange data with other devices in one network. Currently the development of the IoT's way of experiencing rapid development such as the addition of Security features and Blockchain. IoT has an excellent impact on government, industry, education and health institutions.

Keywords: *Machine to Machine, Internet of Things, History, Systematic Literature Review.*

I. PENDAHULUAN

Digitalisasi dan meningkatnya konektivitas antar perangkat, warga negara, dan pemerintah terus mengubah banyak aspek masyarakat dan ekonomi di Indonesia [1], [2], [3]. *Internet of Things* (IoT) memungkinkan objek fisik untuk melihat, mendengar, berpikir dan melakukan pekerjaan dengan membuat mereka berkomunikasi bersama, untuk berbagi informasi dan mengkoordinasikan keputusan. *Internet of communication* (IOC) mengubah benda-benda ini dari yang tradisional menjadi cerdas dengan memanfaatkan dasar teknologi seperti komputasi di mana saja dan meluas, perangkat yang dilengkapi, teknologi komunikasi, jaringan sensor, internet protokol dan aplikasi [4].

Konsep IoT bertujuan untuk membuat internet semakin berkembang dan meluas. Selanjutnya, dengan memungkinkan akses dan interaksi yang mudah dengan beragam perangkat seperti, peralatan rumah tangga, kamera cctv, sensor pemantauan, aktuator, *display*, kendaraan, dan sebagainya. IoT akan mendorong pengembangan sejumlah aplikasi yang memanfaatkan jumlah dan variasi data yang berpotensi besar yang dihasilkan oleh objek tersebut untuk memberikan layanan baru kepada warga negara, perusahaan, dan administrasi publik [5]. Namun, bidang aplikasi seperti itu membuat identifikasi solusi yang mampu memenuhi persyaratan dari semua kemungkinan hal pada aplikasi merupakan tantangan yang berat. Kesulitan ini telah menyebabkan berkembangnya berbagai usulan yang berbeda dan terkadang tidak tepat untuk realisasi praktis pada sistem IoT. Oleh karena itu, dari perspektif sistem, realisasi jaringan IoT, bersamaan dengan perangkat dan perangkat jaringan *backend* yang dibutuhkan, masih belum memiliki pengampu yang

siap karena hal baru dan kompleksitasnya [6]. Orang akan secara otomatis dan kolaboratif dilayani oleh perangkat cerdas, transportasi, lingkungan cerdas menggunakan sebuah sistem *Global Position System* (GPS) dimana lokasi seseorang dapat diunggah ke *server* yang langsung mengembalikan rute terbaik ke tujuan perjalanan orang tersebut, sehingga orang tersebut tidak terjebak macet, merupakan salah satu penerapan di bidang industri penyedia informasi jalan [7].

Tantangan utama dalam IoT adalah menghubungkan antara dunia fisik dan dunia informasi, mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah *interface* antara pengguna dan peralatan. Sensor mengumpulkan data mentah fisik dari skenario *real time* dan mengubah ke dalam format yang dimengerti oleh mesin sehingga mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data (*Thing*) [8].

IoT yang akan datang telah disiapkan oleh produsen dengan menghubungkan beberapa hal ke dalam internet. Pada pertengahan tahun 1990, *server web* ditambahkan ke produk yang disatukan. Produsen *Machine to Machine* (M2M) saat ini telah mengintegrasikan sistem yang terhubung ke internet untuk sistem alarm, manajemen pertahanan dan sejenisnya selama lebih dari 15 tahun. Sistem M2M ini menantang untuk dibangun meskipun beberapa didasarkan pada protokol standar industri. Dengan kemampuan prosesor yang semakin tinggi, maka semakin mudah untuk mengintegrasikan sistem M2M karena prosesor ini mendukung sistem operasi tingkat tinggi dan bahasa. Sistem ini biasanya diikat ke dalam lapisan layanan bisnis kelas atas dan dikelola oleh *Network Operation Center* (NOC). Melalui NOC,

konsumen dapat menghubungkan perangkat seperti termostat, pengukur energi, sistem kontrol pencahayaan, streaming musik dan sistem kontrol, kotak pengaliran video jarak jauh, sistem kolam renang, dan sistem irigasi dengan lebih banyak lagi perangkat yang akan datang. Sebagian besar sistem ini memiliki konektivitas melalui situs Web sehingga pengguna dapat mengelolanya melalui browser Web standar atau aplikasi ponsel pintar, yang bertindak sebagai NOC pribadi [9].

Untuk mengimplementasikan IoT seperti pada contoh di atas, banyak teknologi yang terlibat antara lain: *Radio Frequency Identification* (RFID) sebagai alat pengenalan dan pengidentifikasi benda dan lokasi, teknologi *web*, *Wireless Sensor Network* (WSN), dan *cloud*. Teknologi-teknologi dalam IoT ini terhubung dengan berbagai terminal pengumpul data melalui jaringan internet maupun jaringan komunikasi lainnya. Informasi mengenai lingkungan di sekitar objek diambil secara *real time*, kemudian diubah ke dalam format data yang sesuai untuk ditransmisikan melalui jaringan dan dikirim ke pusat data. Data tersebut kemudian diolah oleh pengolah cerdas dengan menggunakan *cloud computing* dan teknologi komputasi cerdas lain yang dapat mengolah data dalam jumlah besar untuk mencapai tujuan IoT [10].

II. METODE PENELITIAN

Systematic literature review adalah suatu metode penelitian untuk melakukan identifikasi, evaluasi dan interpretasi terhadap semua hasil penelitian yang relevan terkait pertanyaan penelitian tertentu, topik tertentu, atau fenomena yang menjadi perhatian [11]. *Systematic literature review* akan sangat bermanfaat untuk melakukan sintesis dari berbagai hasil penelitian yang relevan, sehingga fakta yang disajikan kepada penentu kebijakan menjadi lebih komprehensif dan berimbang.

Banyak jaringan penelitian kesehatan maupun penelitian sosial di dunia yang melakukan *systematic literature review*. Setidaknya terdapat dua jaringan

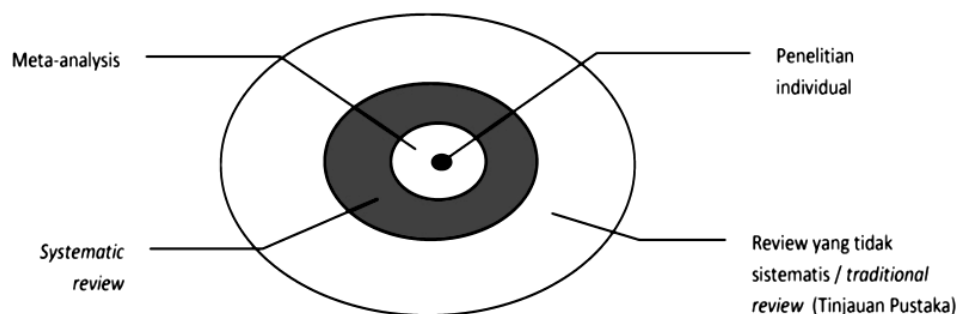
yang melakukan *systematic literature review*, yakni *The Cochrane Collaboration* dan *The Campbell Collaboration*. *The Cochrane Collaboration* merupakan jaringan yang melakukan *systematic literature review* di bidang penelitian kedokteran (*medical research*), sementara *The Campbell Collaboration* banyak melakukan *systematic literature review* di bidang penelitian kebijakan (penelitian sosial ekonomi). Kedudukan metodologi *systematic literature review* dalam metodologi penelitian dapat digambarkan sebagai irisan bawang (*onion slice*) seperti Gambar 1.

Pada prinsipnya *systematic literature review* adalah metode penelitian yang merangkum hasil-hasil penelitian primer untuk menyajikan fakta yang lebih komprehensif dan berimbang. Sementara itu, meta-analisis adalah salah satu cara untuk melakukan sintesa hasil secara statistik (teknik kuantitatif). Cara lain untuk melakukan sintesis hasil adalah teknik naratif (teknik kualitatif). Dengan kata lain, meta-analisis adalah bagian dari metode *systematic literature review* dengan pendekatan kuantitatif. Selanjutnya, review yang tidak sistematis (*traditional review*) adalah metoda review (tinjauan) yang cara pengumpulan faktanya dan teknik sintesisnya tidak mengikuti cara-cara baku sebagaimana *systematic literature review*. Perbedaan *systematic literature review* dan *traditional review* ditunjukkan pada Tabel 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sejarah Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah struktur di mana obyek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer [8]. IoT merupakan perkembangan teknologi yang menjanjikan IoT dapat mengoptimalkan kehidupan dengan sensor sensor cerdas dan benda yang memiliki jaringan dan bekerjasama dalam internet.



Gambar 1: Kedudukan metodologi *systematic literature review* dalam metodologi lainnya [11]

Tabel 1. Perbedaan *systematic literature review* dan *traditional review* [11]

No.	<i>Systematic Literature Review</i>	<i>Traditional Review</i>
1	Menggunakan pendekatan metodologi ilmiah untuk merangkum hasil penelitian	Tidak menggunakan pendekatan metodologi ilmiah (tergantung keinginan penulis)
2	Melibatkan Tim peneliti	Dikerjakan oleh seorang peneliti (penulis), biasanya oleh seorang ahli
3	Menggunakan protokol penelitian	Tidak menggunakan protokol penelitian
4	Pencarian hasil penelitian dan artikel dikerjakan secara sistematis	Pencarian bukti-bukti dan artikel tidak dikerjakan secara sistematis
5	Ada kriteria yang jelas artikel mana yang akan dimasukkan	Tidak ada kriteria yang jelas terkait artikel mana yang akan dimasukkan
6	Meminimalisir bias	Mengandung bias
7	Bisa di replikasi	Tidak bisa direplikasi
8	Sintesis hasil: bisa dengan meta-analisis atau naratif (meta-sintesis)	Sintesis: secara naratif

Pada tahun 1989 internet mulai dikenal dan mengawali kegiatan secara *online*. Penelitian mengenai perangkat yang dikendalikan melalui internet dilakukan John Romkey pada tahun 1990 dengan menciptakan pemanggang roti yang dapat diaktifkan dan dimatikan secara *online*. Selanjutnya berbagai penelitian perangkat keras dan lunak dilakukan untuk pengendalian jarak jauh melalui internet. Kevin Ashton, seorang Direktur Eksekutif Auto-ID Lab di MIT menyebutkan pertama kali istilah *The Internet of Things* (IoT) pada tahun 1997 berbasis *Radio Frequency Identification* (RFID). Selanjutnya RFID digunakan dalam skala besar di militer Amerika Serikat sejak tahun 2003. *Internet Protocol* (IP) dikembangkan pada tahun 2008 dan digunakan untuk mengaktifkan

IoT. Hal ini memicu berkembangnya IoT yang didukung oleh banyak perusahaan raksasa [8].

Berbagai peralatan sehari-hari dengan sensor cerdas telah dibuat dan dikendalikan melalui internet. Melalui sensor cerdas, data analog diubah menjadi data digital dan selanjutnya dikirim ke prosesor secara *real-time*. Dengan demikian dapat dilakukan otomasi peralatan yang dikendalikan dari jarak jauh dalam arsitektur IoT [8].

3.2. Cara Kerja IoT

Cara kerja dari IoT yaitu setiap benda harus memiliki sebuah alamat *Internet Protocol* (IP). Alamat *Internet Protocol* (IP) adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Selanjutnya, alamat *Internet Protocol* (IP) dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet.

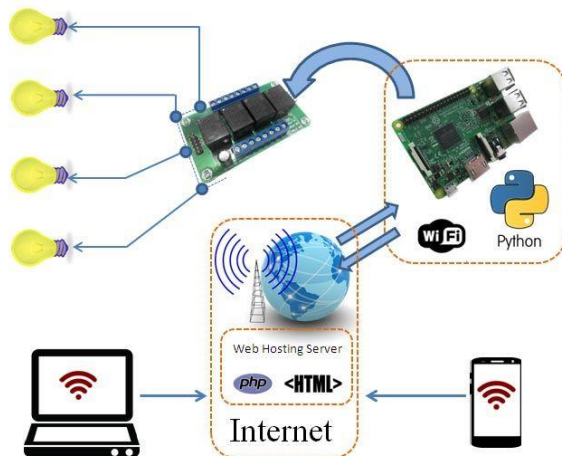
Saat ini koneksi internet sudah sangat mudah didapatkan. Dengan demikian pengguna dapat memantau benda bahkan memberi perintah (*remote control*) kepada benda tersebut dengan koneksi internet. Setelah sebuah benda memiliki alamat IP dan terkoneksi dengan internet, pada benda tersebut juga dipasang sebuah sensor. Sensor pada benda memungkinkan benda tersebut memperoleh informasi yang dibutuhkan. Setelah memperoleh informasi, benda tersebut dapat mengolah informasi itu sendiri, bahkan berkomunikasi dengan benda-benda lain yang memiliki alamat IP dan terkoneksi dengan internet juga. Terjadi pertukaran informasi dalam komunikasi antara benda-benda tersebut. Setelah pengolahan informasi selesai, benda tersebut dapat bekerja dengan sendirinya, atau bahkan memerintahkan benda lain juga untuk ikut bekerja. Hal ini merupakan kelebihan dari IoT [11]. Contoh *remote control* dengan konsep IoT ditunjukkan pada Gambar 2. Di masa yang akan datang, teknologi *voice command* dapat dimanfaatkan di perkantoran. Kondisi perangkat yang dipakai dalam bentuk monitor dapat dilihat, yang merupakan awal dari perkembangan teknologi yang dapat dipakai dan otomatisasi di kantor. Mungkin di masa yang akan datang teknologi bisa dipakai untuk memantau, dan memerintahkan peralatan kantor untuk konservasi energi yang optimal.

IoT mampu menghubungkan miliaran atau triliun benda-benda yang memiliki IP melalui internet, sehingga ada kebutuhan kritis akan arsitektur berlapis fleksibel. Semakin banyak jumlah arsitektur yang diajukan belum terkonvergensi menjadi model referensi. Sementara itu, ada beberapa proyek seperti *Internet of Things* (IoT-A) yang mencoba merancang arsitektur bersama berdasarkan analisis kebutuhan peneliti dan industri [4].

Teknologi nirkabel mewakili daerah pertumbuhan dan kepentingan yang berkembang pesat untuk menyediakan akses ke jaringan yang ada di berbagai tempat. WLAN berdasarkan standar IEEE 802.11 sedang diimplementasikan terus-menerus di

rumah dan *Broadband Wireless* (BW) juga merupakan teknologi nirkabel yang sedang berkembang yang bersaing dengan *Digital Subscriber Line* (DSL). Menurut Armando Roy Delgado *et al.*, secara logis tentang pengelolaan data dengan menggunakan salah satu element IoT yaitu *remote control* seperti pada Gambar 1. Tetapi teknologi nirkabel dalam otomasi harus dilaksanakan dengan hati-hati [12].

Beberapa elemen IoT seperti RFID (*Radio Frequency Identification*), WSN (*Wireless Sensor Network*), WPAN (*Wireless Personal Area Network*), WBAN (*Wireless Body Area Network*), HAN (*Home Area Network*), NAN (*Neighborhood Area Network*), M2M (*Machine to Machine*), CC (*Cloud Computing*), dan DC (*Data Center*) memiliki pengaruh dalam kehidupan seperti proses penginderaan IoT berarti mengumpulkan data dari benda-benda terkait di dalam jaringan dan mengirimkannya kembali ke *warehouse*, *database* atau *cloud* seperti Gambar 3. Elemen IoT ini merupakan bagian dari *Internet Communication Technology* untuk melakukan identifikasi, penginderaan, komunikasi dan perhitungan [7].



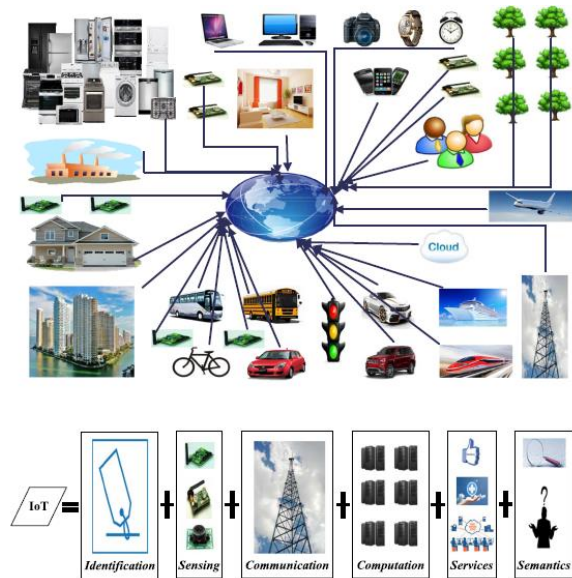
Gambar 2. Contoh *remote control* dengan konsep IoT [7]

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis untuk mengambil tindakan spesifik berdasarkan layanan yang dibutuhkan. Sensor IoT bisa berupa sensor cerdas, aktuator atau perangkat penginderaan yang dapat dipakai. Perusahaan seperti Wemo, Revolv dan SmartThings menawarkan *smart hub* dan aplikasi *mobile* yang memungkinkan orang untuk memantau dan mengendalikan ribuan perangkat dan peralatan cerdas di dalam gedung menggunakan ponsel cerdas mereka *Single Board Computers* (SBCs) yang terintegrasi dengan sensor dan *built-in* IP dan fungsi keamanan biasanya digunakan untuk mewujudkan produk IoT, seperti Arduino Yun, Raspberry PI, BeagleBone Black dan lain sebagainya. Perangkat seperti ini biasanya terhubung ke portal kontrol data pusat untuk menyediakan data yang dibutuhkan dan data yang diperoleh selanjutnya dimanfaatkan untuk membuat keputusan dan bereaksi sesuai dengan data yang diperoleh [4]. Proses ini biasanya meliputi:

menemukan sumber data, memanfaatkan sumber data, memodelkan informasi, mengenali dan menganalisa data.

3.3. Manfaat IoT

Pada abad ke-21, komputer pribadi dan ponsel digabungkan, menciptakan *smartphone* salah satu *platform* paling sukses sepanjang masa. Sekitar hampir ratusan miliar perangkat terhubung diramalkan pada tahun 2020, dimana sekitar 50 miliar akan terkait dengan IoT seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Contoh IoT dalam kehidupan dan elemennya [7]

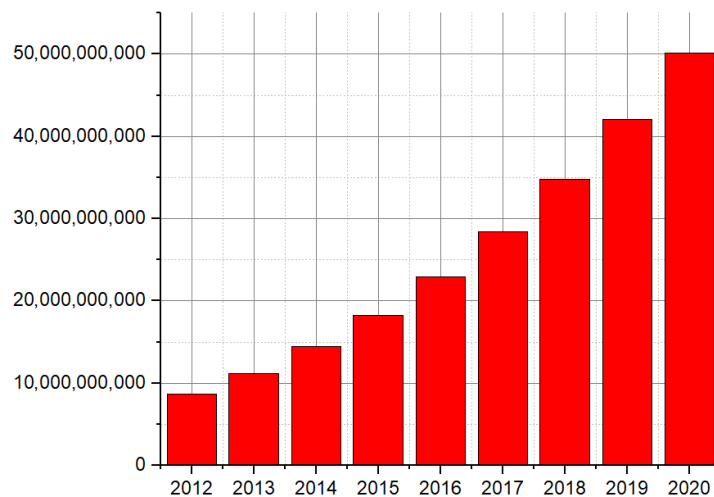
Pada tahun 2018 IoT diperkirakan akan melampaui angka perangkat ponsel yang mencakup mobil, mesin, *wearable* dan elektronik konsumen lainnya yang terhubung. Antara tahun 2016 dan 2022, perangkat IoT diperkirakan meningkat sebesar 21% yang didorong oleh penggunaan baru. Pada akhir 2016, terdapat 400 juta IoT telah terkoneksi dengan ponsel dan jumlah tersebut diproyeksikan mencapai 1,5 miliar perangkat pada 2022 atau sekitar 70 persen dari kategori *wide-area* [12]. Pertumbuhan ini disebabkan oleh peningkatan fokus pada industri dan standarisasi 3GPP teknologi *Input Output* (I/O) seluler. Grafik pertumbuhan IoT beserta prediksi 2021 ditunjukkan pada Gambar 4. Sambungan I/O seluler mendapatkan keuntungan dari penyempurnaan dalam penyediaan, pengelolaan perangkat, pemberdayaan layanan dan keamanan.

Tugas kritis untuk mengembangkan kebijakan keamanan *cyber* untuk IoT memiliki urgensi tertentu karena penggabungan domain fisik dan digital di IoT bisa meningkatkan konsekuensi serangan *cyber*. Kekhawatiran *cyber security* pengguna IoT yaitu konsumen, perusahaan, atau pemerintah memerlukan kemudahan untuk mengidentifikasi dan mengeksplorasi masalah keamanan IoT. Misalnya, perusahaan dan pemerintah dapat mengidentifikasi integritas data sebagai perhatian utama, sementara

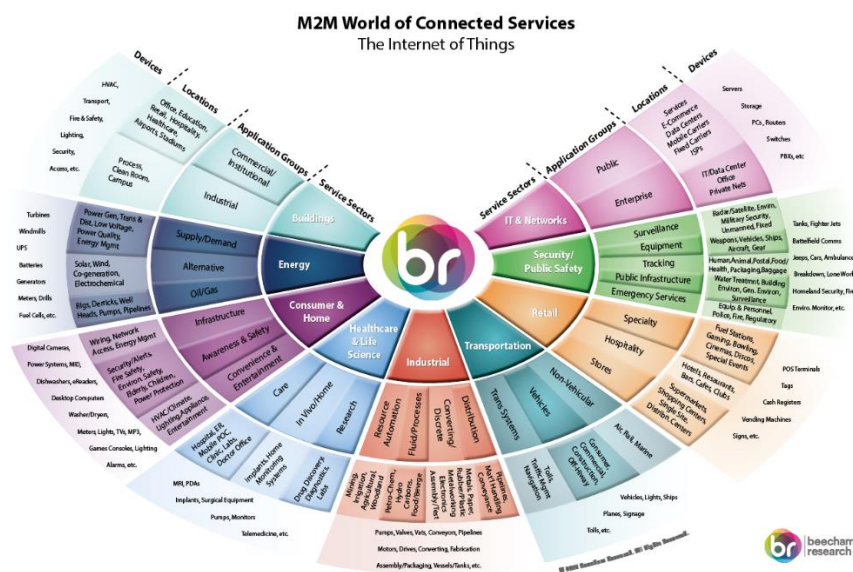
konsumen mungkin paling peduli melindungi informasi pribadi. Industri dapat membangun keamanan dalam pengembangan dan implementasi perangkat IoT dan infrastruktur. Karena pengguna mengandalkan perangkat yang terhubung untuk membuat hidup lebih baik dan mudah, maka keamanan harus diperhatikan dari setiap aspek. Semua perangkat di ekosistem IoT memiliki tanggung jawab untuk keamanan perangkat, data dan solusi. Ini berarti bahwa produsen perangkat, pengembang aplikasi, konsumen, operator, integrator dan bisnis perusahaan semuanya berperan untuk mengikuti praktik terbaik. Keamanan IoT memerlukan pendekatan berlapis-lapis. Dari sudut pandang perangkat, hal itu harus dipertimbangkan pada tingkat cetak biru yang dimulai dengan desain dan pengembangan dan membuat perangkat keras, firmware/perangkat lunak dan data menjadi aman. Pendekatan yang sama berlaku jika seorang analis keamanan atau personel operasi yang bertanggung jawab atas solusi IoT. Untuk mengaktifkan potensi

perangkat IoT, tantangan keamanan harus ditangani melalui kombinasi antara interoperabilitas dan desain yang baik dengan mengambil pendekatan proaktif akan menghasilkan produk dan solusi yang lebih baik. *Blockchain* memainkan peran utama di IoT, dengan meningkatkan keamanan, membuat transaksi menjadi lebih mulus dan menciptakan efisiensi dalam rantai pasokan. Perusahaan mulai memanfaatkan *blockchain* dalam tiga cara utama, yaitu membangun kepercayaan, mengurangi biaya dan mempercepat transaksi.

Berbagai macam sektor implementasi IoT dalam kehidupan sehari-hari ditunjukkan pada Gambar 5. Bahkan beberapa mungkin telah dilakukan, hanya saja tidak terpikir bahwa itu adalah bagian dari IoT. Berikut ini adalah beberapa manfaat dalam beberapa bidang, yakni sektor pembangunan, sektor energi, sektor rumah tangga, sektor kesehatan, sektor industri, transportasi, perdagangan, keamanan, teknologi dan jaringan.



Gambar 4. Prediksi jumlah koneksi perangkat IoT pertahun



Gambar 5. Pembagian sektor IoT oleh Beecham Research [12]

V. KESIMPULAN

Paper ini memberikan gambaran mengenai *Internet of Things* (IoT), sejarah perkembangan, cara kerja dan manfaat IoT. Sejarah IoT dimulai pada tahun 1999 di Auto-ID Lab, MIT dan selanjutnya mengalami perkembangan pesat dengan prediksi mencapai 50,1 milyar IoT terhubung pada tahun 2020. IoT bekerja dengan komunikasi nirkabel pada perangkat-perangkat yang diberi koneksi dan alamat IP sebagai alamat perangkat yang dikoneksikan dalam jaringan. Di dalam jaringan terdapat alat-alat yang dapat digunakan seperti RFID yang dapat mempermudah mesin untuk mengubah data dari analog menjadi data digital dengan bantuan sensor-sensor yang sudah terpasang pada peralatan. Prosesor yang terpasang pada peralatan IoT berfungsi untuk mengumpulkan dan menganalisis data selanjutnya memberi kesimpulan. IoT sangat baik bila dikembangkan di Indonesia untuk mengatasi beberapa masalah yang dapat mengefisienkan waktu, tenaga, dan sebagainya, sehingga membuat penggunaan energi semakin maksimal dan menyelesaikan masalah dengan teknologi.

Untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti perkembangan IoT yang lebih kompleks seperti dalam bidang *blockchain*. Pada zaman digital sekarang, *blockchain* sudah banyak dikembangkan seperti dalam mata uang digital *cryptocurrency* dan juga sedang diaplikasikan dalam perbankan agar setiap transaksi dapat dicatat dengan teknologi *blockchain* tanpa pencatatan manusia untuk mengurangi kesalahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abendroth, B., Kleiner, A. & Nicholas, P. (2017). *Cybersecurity policy for the internet of things*. USA: Microsoft Corporation.
- [2] Kurniawan, A., Riadi, I. & Luthfi, A. (2017). Forensic analysis and prevent of cross site scripting in single victim attack using open web application security project (OWASP) framework. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95(6), 1363–1371.
- [3] Said, K., Kurniawan, A. & Anton, O. (2018). Development of media-based learning using android mobile learning. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 96(3), 668-676.
- [4] Agrawal, S. & Vieira, D. (2013). A survey on internet of things. *Abakós*, 1(2), 78–95.
- [5] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L. & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet Things Journal*, 1(1), 22–32.
- [6] Christidis, K. & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things, *IEEE Access*, 4, 2292–2303.
- [7] Zhu, C., Leung, V.C.M., Shu, L. & Ngai, E.C.H. (2015). Green internet of things for smart world. *IEEE Access*, 3, 2151–2162.
- [8] Junaidi, A. (2015). Internet of things, sejarah, teknologi dan penerapannya: review. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 1(3), 62–66.
- [9] Chase, J. (2013). *The evolution of the internet of things*, USA: Texas Instruments.
- [10] Meutia, E.D. (2015). *Internet of things – keamanan dan privasi*. Prosiding Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015, 85–89.
- [11] Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. UK: Keele University.
- [12] Delgado, A.R., Picking, R. & Grout, V. (2006). Remote-controlled home automation systems with different network technologies. *International Network Conference (INC 2006)*, 357–366.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERHITUNG UNTUK ANAK MENGGUNAKAN METODE *MULTIMEDIA DEVELOPMENT LIFE CYCLE*

Bayu Fajar Pratama¹, Lailatul Husniah²

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Malang

¹bayu_437014@umm.ac.id

Abstrak: Media pembelajaran berhitung untuk anak merupakan suatu media pengenalan angka untuk anak-anak yang dapat digunakan pada *platform* Android *smartphone*. Media pembelajaran ini memuat beberapa materi seperti angka satuan, puluhan, penjumlahan, dan pengurangan. Dalam pembuatan media pembelajaran ini dibutuhkan aplikasi atau *game engine* yang dapat mengkombinasikan antara teks, gambar, animasi, dan *sound*. Penelitian ini menggunakan *game engine* Unity3D yang dikembangkan dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* dengan 6 tahapan yaitu: konsep, perancangan, pengumpulan bahan, pembuatan, pengujian dan distribusi. Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan aplikasi belajar berhitung untuk anak-anak. Aplikasi yang dihasilkan oleh penelitian ini telah diuji menggunakan pengujian *blackbox* yang menghasilkan indikator sukses di setiap pengujian.

Kata kunci: *Multimedia, Media Pembelajaran Berhitung untuk Anak, MDLC, Blackbox.*

Abstract: Counting learning media for children is a medium of numbers recognition for children that can be used on Android smartphone platform. This learning medium contains some materials such as unit number, tens, sum, and subtraction. In making this learning media required application or game engine that can combine between text, images, animation, and sound. This research uses Unity3D game engine developed by Multimedia Development Life Cycle method with 6 stages: concept, design, material collecting, manufacture, testing, and distribution. This research is intended to develop the application of numeracy learning for children. The applications generated by this study have been tested using blackbox testing that produces a successful indicator in each test.

Keywords: *Multimedia, Count for Children Learning Media, MDLC, blackbox.*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan aplikasi *mobile* oleh anak-anak telah menjadi salah satu bidang penelitian yang sering dilakukan oleh berbagai pihak. Peningkatan jumlah pengguna teknologi digital oleh anak-anak yang cukup signifikan membuat meningkatnya tingkat konsumsi dan produksi dari teknologi, terutama perangkat seperti *smartphone* dan *tablet* [1].

Teknologi informasi kini telah menyentuh hampir semua aspek kehidupan, bahkan dalam hal pengajaran dan khususnya dalam bidang pembelajaran bahasa. Pada umumnya bahasa memiliki peranan sebagai alat komunikasi, karena bahasa berfungsi sebagai alat penyampai pesan dari seseorang kepada orang lain. Pada era globalisasi, peran bahasa semakin berkembang menjadi pertukaran informasi antar negara tentang budaya, teknologi dan bidang keilmuan lainnya.

Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang mengacu pada penyediaan pendidikan dan pelatihan yang melibatkan perangkat portabel atau seluler seperti *Smartphone*, *Personal Digital Assistants* (PDA), *cellular phone* dan lainnya [2], [3]. Sementara pendapat dari Gagne dan Briggs, media pembelajaran adalah alat atau *tools* yang digunakan untuk menyampaikan isi materi pembelajaran yang beberapa diantaranya dalam bentuk fisik buku, *tape recorder*, *video camera*, dan *video recorder* yang menghasilkan gambar dan suara seperti televisi dan komputer. Dengan kata lain, media adalah komponen belajar atau alat yang mengandung

materi instruksional yang dapat menarik minat siswa untuk belajar [4],[5].

Android adalah sistem operasi *open-source* yang ditujukan untuk *platform* seluler layar sentuh. Banyak orang dan perusahaan di seluruh dunia berkontribusi terhadap Android melalui *Open Handset Alliance* (OHA). Kontributor terbesar untuk Android adalah Google [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi belajar berhitung untuk anak yang dapat digunakan pada *platform* Android. Adapun manfaat yang didapat dari penelitian yang dilakukan menjadi salah satu alternatif media pembelajaran pengenalan angka terhadap anak yang berbasis Android dan memotivasi anak-anak lebih bersemangat dalam mempelajari angka atau belajar berhitung.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini peneliti melakukan studi pustaka, analisis kebutuhan sistem, dan perancangan produk.

Analisis kebutuhan sistem adalah pernyataan tentang hal yang harus dikerjakan oleh sistem, dan karakteristik yang harus dimiliki sistem. Penentuan kebutuhan sistem merupakan langkah yang paling krusial pada tahapan ini.

Dalam perancangan produk aplikasi ini, peneliti menggunakan metode Luther-Sutopo sebagai acuan dalam pembuatannya. Adapun tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan MDLC

Tahapan *concept* (konsep) merupakan tahapan awal pada MDLC. Pada tahapan ini, dimulai dengan menentukan tujuan dari aplikasi yang dibuat. Pada penelitian ini, tujuan dari aplikasi belajar berhitung yaitu membantu anak-anak dalam proses pembelajaran berhitung. Tahapan *design* (perancangan) merupakan tahapan kedua. Tahapan ini dilakukan dengan melaksanakan perancangan terhadap aplikasi yang akan dikerjakan. Tahapan ini menggambarkan detail tentang apa saja yang akan menjadi bagian pada aplikasi. Selanjutnya, ketika memasuki tahapan pengumpulan bahan (*material collecting*) dilakukan pengumpulan bahan yang dapat digunakan dalam penelitian ini, seperti audio, gambar, data, dan lain-lain. Pada tahapan berikutnya, yakni tahapan pemasangan (*assembly*) dilakukan pembuatan produk dengan menyatukan semua bahan yang sudah dimiliki untuk disatukan menjadi sebuah aplikasi. Pada tahapan pengujian (*testing*) dilakukan pengujian terhadap media pembelajaran yang telah dibuat dengan menggunakan pengujian *blackbox*. Metode *blackbox* ini merupakan pengujian program berdasarkan fungsi dari program. Tujuan dari metode *blackbox testing* ini adalah untuk menemukan kesalahan fungsi pada program [7]. Tahapan terakhir adalah tahapan distribusi, yakni distribusi aplikasi di internet.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kebutuhan Perangkat Mobile

Kebutuhan perangkat *mobile* untuk menjalankan aplikasi belajar berhitung terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi perangkat *mobile*

Nama Komponen	Spesifikasi
Sistem Operasi	Google Android 4.2 (minimum Jelly Bean)
Processor	Dual Core 1 GHz Broadcom BCM21664 (minimum)
Memory (RAM)	RAM 1 GB (minimum)
Layar	128020

3.2. Implementasi Produk Multimedia

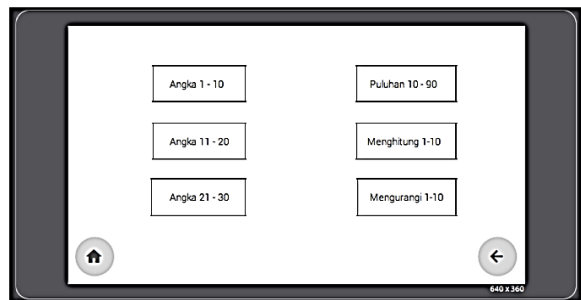
Konsep pembuatan media pembelajaran belajar berhitung ini dibuat dengan maksud memberikan pengetahuan kepada anak tentang pengetahuan berhitung. Adapun rancangan media pembelajaran ini ditampilkan pada Gambar 2 hingga Gambar 8.



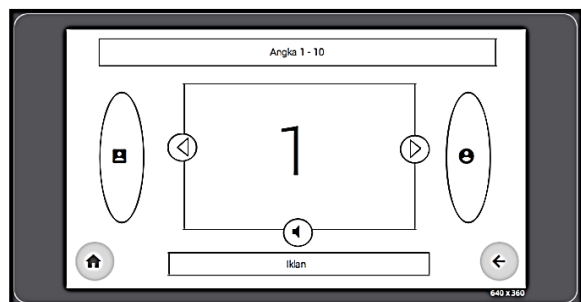
Gambar 2. Rancangan tampilan awal

Keterangan:

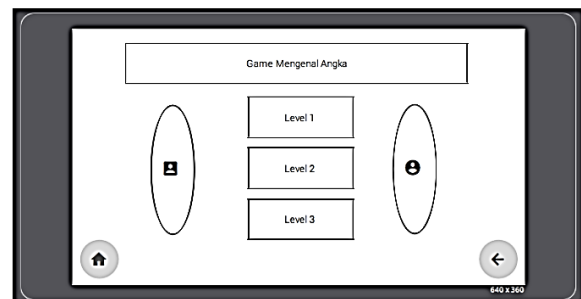
- 1) Tombol informasi
- 2) Tombol *setting*
- 3) Tombol keluar

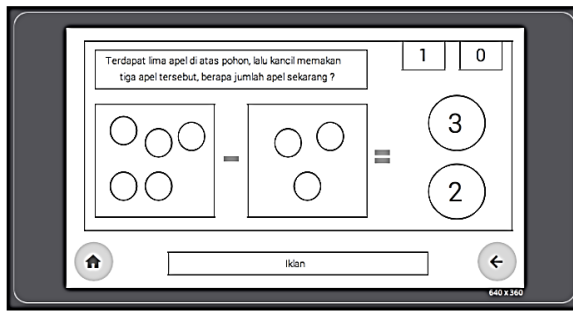
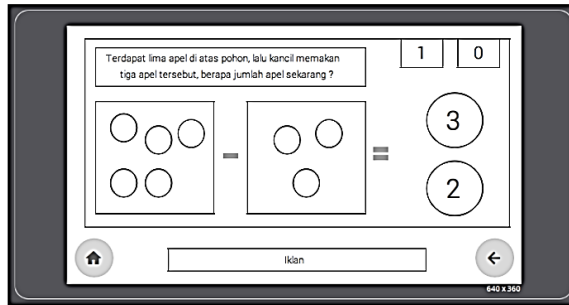
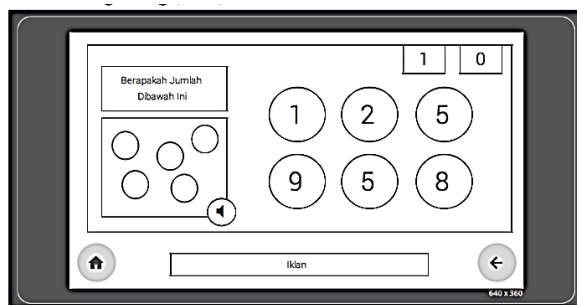


Gambar 3. Rancangan tampilan menu



Gambar 4. Rancangan tampilan angka 1-10

Gambar 5. Rancangan tampilan menu *game*

Gambar 6. Rancangan tampilan *game* mengenal angkaGambar 7. Rancangan tampilan *game* penguranganGambar 8. Rancangan tampilan *game* menghitung

Tahapan pengumpulan bahan dalam pembuatan aplikasi ini merupakan tahapan pengumpulan tampilan yang dibuat sendiri menggunakan Adobe Illustrator CS 6 dan Photoshop dengan jenis tulisan atau *font* dari Dafont. Selanjutnya tahapan pemasangan yakni proses pemasangan menggunakan bahasa pemrograman C# yang merupakan bahasa pemrograman dalam Unity3D. Adapun hasil pemasangan pada tahap ini dapat dilihat pada Gambar 9 hingga Gambar 15.



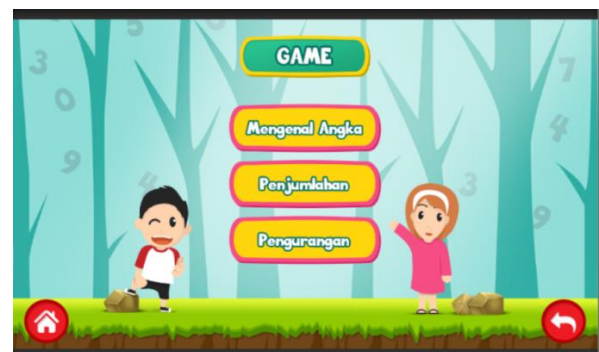
Gambar 9. Tampilan awal



Gambar 10. Tampilan menu pilihan materi



Gambar 11. Tampilan angka 1-10

Gambar 12. Tampilan menu *game*Gambar 13. Tampilan *game* mengenal angka

Gambar 14. Tampilan *game* penguranganGambar 15. Tampilan *game* menghitung

Tahapan pengujian (*testing*) merupakan tahapan pengujian dengan *blackbox*. Adapun pengujian tersebut ditampilkan pada Tabel 2. Seluruh tombol pada tampilan berhasil menuju tampilan materi yang diharapkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian yang telah dibahas, maka dapat disimpulkan bahwa metode pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dapat digunakan dalam pembuatan media pembelajaran. Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran belajar berhitung dengan materi tentang hitungan mulai dari angka satuan, puluhan, penjumlahan serta pengurangan yang dapat digunakan oleh anak sebagai media pembelajaran mengenal angka. Media pembelajaran telah diuji dengan pengujian *blackbox* dengan kesuksesan pengujian mencapai nilai 100%.

Tabel 2. Pengujian *blackbox*

Pengujian	Hasil yang diharapkan	Validasi
Tombol Play / materi	Menuju ke tampilan menu	sukses
Tombol Games	Menuju ke <i>game menu scene</i>	sukses
Tombol Keluar	Keluar aplikasi	sukses
Tombol About	Menuju ke tampilan <i>About</i>	sukses
Tombol Setting	Menuju ke tampilan <i>Setting</i>	sukses
Tombol Back	Menuju ke tampilan sebelumnya	sukses
Tombol Home	Menuju tampilan awal	sukses
Tombol materi	Menuju tampilan sesuai dengan materi yang dipilih	sukses
Tombol <i>game</i> mengenal angka	Menuju tampilan <i>game</i> mengenal angka	sukses
Tombol <i>game</i> pengurangan	Menuju tampilan <i>game</i> pengurangan	sukses
Tombol Next	Menuju tampilan materi selanjutnya	sukses
Tombol Previous	Menuju tampilan materi sebelumnya	sukses
	Persentase kesuksesan	100%

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada editor dan *reviewer* Jurnal Matrix atas *editing* dan *reviewing* yang dilakukan pada artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Correa, A.G.D., Lemos, B.H.V., Nascimento, M.& Lopes, R.D. (2016). AR musical app for children's musical education. International Symposium on Consumer Electronics. 125–126.
- [2] Joshi, D. (2017). M learning apps for digital India. Computing Conference. 1136–1142.
- [3] Koong, C.S., Wu, C.H. & Huang, C.S. (2008). A multimedia mobile learning system to support auxiliary collaborative learning. Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control. 2–5.
- [4] Septian, H., Hidayat, E.W.& Rahmatulloh, A. (2017). Aplikasi pengenalan Bahasa Arab dan

- Inggris untuk anak-anak berbasis android. *JOIN*, 2(2), 71–78.
- [5] Bayer, N. L. (1991). *Instructional design: a framework for designing computer-based training programs*. IPCC'91 Proceedings The Engineered Communication, 289-294.
- [6] Sutopo, H. & Pamungkas, W. (2017). *Developing mathematics mobile game to enhance learning for children*. 2017 IEEE International Conference of Computing Science and Engineering and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, 191–197.
- [7] Mustika, Sugara, E.P.A. & Pratiwi, M. (2017). Pengembangan media pembelajaran interaktif dengan menggunakan metode multimedia development life cycle. *Jurnal Online Informatika*, 2(2), 121–126.

SIMULASI LAMPU SPOT PANGGUNG WISUDA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P

I Ketut Darminta¹, I Gusti Putu Arka², I Wayan Raka Ardana³,
I Putu Sendian Wahyu Adi⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

¹darminta@pnb.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang simulasi lampu *spot* panggung wisuda yang akan bekerja secara otomatis berbasis mikrokontroler ATmega328P. Lampu *spot* ini digerakkan oleh motor servo dan dikontrol oleh sensor ultrasonik ping. Informasi yang akan dihasilkan berupa tampilan nomor urut wisudawan pada LCD dan suara panggilan nomor urut wisudawan dengan modul MP3 *player shield*. Metodologi riset dilakukan dengan studi pustaka, observasi serta pengujian rangkaian lampu *spot*. Perancangan *software* dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Simulasi lampu *spot* panggung wisuda berbasis mikrokontroler ATmega328P mampu berjalan dengan baik mengikuti jalur yang telah ditentukan dan *outcome* informasi yang diinginkan juga telah sesuai.

Kata kunci: Arduino, Lampu Spot Panggung, Mikrokontroler ATmega328P.

Abstract: This research aims to design the simulation of graduation stage spot light to work automatically based on the ATmega328P microcontroller. This spot light is activated by servo motor and controlled by ping ultrasonic movement sensor. Information to be given is in the form of appearance of graduation serial number at LCD and voice call of graduation serial number using MP3 player shield module. Research methodology is done by literature study, observation and testing the spot light. Software design is done using Arduino programming language. The simulation of the ATmega328P microcontroller based of graduation stage spot light can run well following the path that has been determined and the desired information outcome is also appropriate.

Keywords: Arduino, Stage Spot Light, ATmega328P Microcontroller.

I. PENDAHULUAN

Era global saat ini menuntut kualitas sumber daya manusia yang handal dan berkreadibilitas pada bidangnya. Untuk menghasilkan sumber daya manusia yang berkompeten, salah satu fokusnya melalui pelaksanaan pendidikan. Pada jenjang pendidikan tinggi, prosesi yang umum dilakukan setelah mahasiswa menamatkan jenjang pendidikan adalah wisuda. Pelaksanaan proses wisuda disiapkan dan direncanakan dengan baik sehingga didapatkan momen yang berharga. Semakin berkembangnya jaman mengakibatkan seluruh perangkat dan peralatan yang berhubungan dalam prosesi wisuda menerapkan kecanggihan teknologi. Salah satu perlengkapan pendukung dalam prosesi wisuda adalah lampu *spot*. Lampu *spot* memiliki fungsi untuk memfokuskan sebuah obyek dalam suatu kegiatan penting. Begitu pula dengan kegiatan wisuda, pelaksanaan kegiatan ini melibatkan banyak orang dan menggunakan ruangan yang relatif luas, sehingga penggunaan lampu *spot* sangat penting untuk memfokuskan calon wisudawan saat berjalan dari bawah ke atas panggung. Lampu *spot* biasanya dioperasikan secara manual memanfaatkan tenaga manusia sebagai operator hal ini tentu tidak efisien dan efektif dalam hal penggunaan sumber daya manusia.

Sebuah lampu sorot, biasa juga disebut dengan *follow spot lamp*, adalah sebuah instrumen pencahayaan panggung yang memproyeksikan sebuah sorotan cahaya yang terang kepada sebuah ruang pertunjukan. Lampu sorot dioperasikan oleh seorang operator *follow spot* yang mengikuti pergerakan obyek

pada panggung. Lampu sorot paling sering digunakan pada konser, musikal, dan presentasi skala besar yang menonjolkan sebuah objek yang spesifik, bergerak, dan individual [1]. Untuk itu, dirancang pengoperasian simulasi lampu *spot* otomatis memakai sensor gerak pasif ping pada awal jalur untuk mehidupkan lampu *spot* serta menggerakkan motor servo, sehingga lampu dapat bergerak mengikuti jalur yang telah ditentukan. Pada akhir jalur terdapat sensor gerak pasif ultrasonik guna untuk mematikan lampu *spot* serta membalik putaran motor servo kembali ke posisi awal [2]. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi obyek tanpa terpengaruh pada perbedaan warna benda ataupun kaca dan akan mendeteksi jarak terjauh dari posisi di depan sensor [3]. Perencanaan simulasi lampu *spot* ini akan menggunakan kontrol IC ATmega328P untuk bagian proses mengolah data yang terukur. Sensor akan mengatur nyala lampu *spot* dan gerak motor servo, sehingga lampu *spot* dapat menyala dari awal jalur hingga akhir jalur untuk bergerak memfokuskan calon wisudawan [4], [5]. Hal paling utama dalam pengendalian gerakan menggunakan motor servo adalah waktu pemberian data/lebar pulsa sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) pada motor servo dimana alat yang dikontrol akan bergerak sesuai dengan posisi perputaran motor servo [6], [7].

Kelebihan penggunaan lampu *spot* otomatis adalah dapat mendukung tampilan panggung wisuda agar menciptakan suasana yang khidmat. Di samping itu, lampu *spot* otomatis tidak membutuhkan tenaga operator sehingga lampu *spot* otomatis akan bekerja

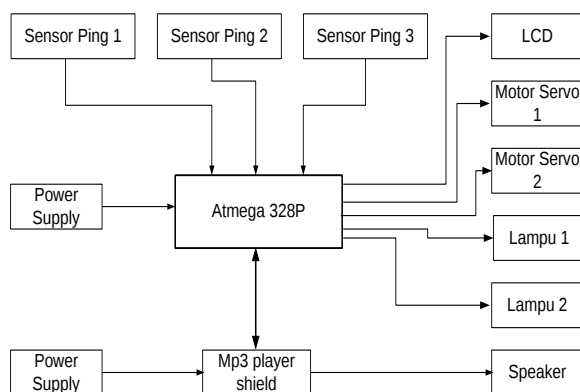
secara tepat dan teratur. Penggunaan *MP3 shield* sebagai *output* suara dari sistem akan disampaikan melalui *audio headphone* [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan sensor ping sebagai masukan untuk mendeteksi obyek yaitu peserta wisudawan serta motor servo sebagai *plant* yang akan dikendalikannya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mempelajari referensi dari buku-buku, situs-situs *web*, *datasheet* komponen dan rangkaian sensor warna, rangkaian *power supply*, mikrokontroler ATmega328P dan komponen lainnya yang bersangkutan dengan pembuatan alat, dan nantinya dipakai sebagai acuan dalam pembuatan alat. Kemudian dilakukan pembuatan alat simulasi yang meliputi langkah-langkah yang dipakai dalam pembuatan alat untuk memperoleh hasil yang maksimal, mulai dari pembuatan blok diagram rangkaian, pembuatan skema dan *layout* rangkaian, proses pemindahan *layout* ke *PCB*, proses pelarutan *PCB*, pemasangan komponen, proses penyolderan, pembuatan *flowchart* program, dan pembuatan program hingga alat selesai.

Pengujian dilakukan pada rangkaian *power supply*, mikrokontroler, LCD, rangkaian *driver motor*, rangkaian sensor gerak pasif ultrasonik, serta rangkaian keseluruhan untuk mengetahui apakah rangkaian telah bekerja sesuai dengan harapan. Pengujian terhadap seluruh sistem yang telah terpasang pada alat, sehingga dapat diketahui apakah alat yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Gambar 1 berikut menunjukkan perancangan alat simulasi lampu *spot* panggung wisuda.



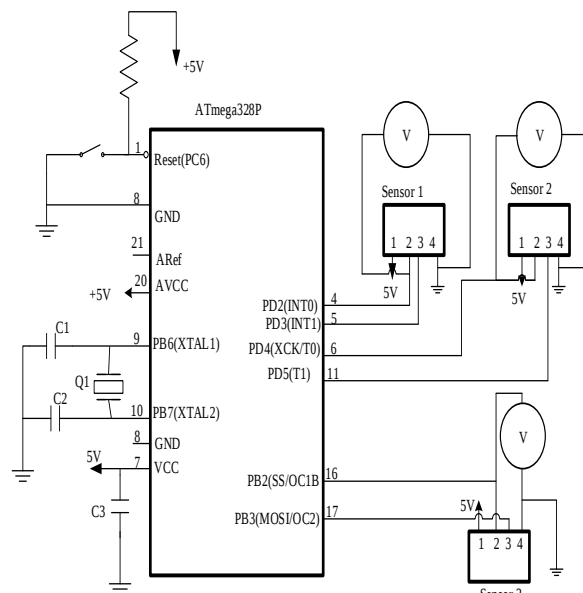
Gambar 1. Konfigurasi alat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Rangkaian Sensor Ping

Rangkaian sensor ping ini menggunakan 3 buah sensor, dimana setiap sensor pertama dan kedua akan mendeteksi wisudawan yang akan naik ke panggung berdasarkan genap ganjil. Sensor pertama mendeteksi wisudawan nomor urut ganjil, sedangkan sensor kedua mendeteksi wisudawan nomor urut genap. Selanjutnya

sensor yang ketiga akan mendeteksi wisudawan yang akan turun panggung sekaligus akan mengirim sinyal ke LCD untuk menampilkan nomor urut wisudawan selanjutnya dan ke *MP3 player shield* untuk memanggil wisudawan nomor urut selanjutnya. Pengujian sensor ping dapat dilakukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



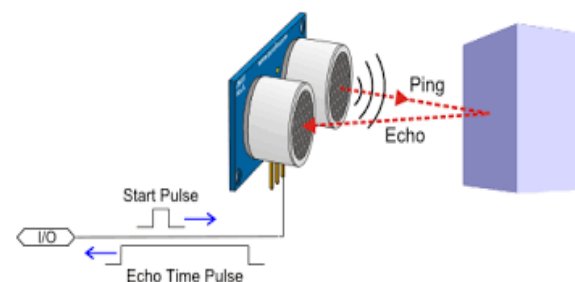
Gambar 2. Rangkaian sensor ping

Dari pengujian rangkaian sensor ping yang telah dilakukan, maka diperoleh data hasil pengujian sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran sensor ping 1

Nomor	Vcc Volt (DC)	Trigger Volt (DC)	Echo Volt (DC)
1	5,03	2,56	2,56
2	5,03	2,56	2,56

Secara prinsip sensor ping akan bekerja dengan memancarkan gelombang dan menangkap kembali setelah ada obyek yang memantulkannya seperti yang ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Sensor ultrasonik

3.2. Pengujian Rangkaian Motor Servo

Rangkaian motor servo pada alat simulasi ini menggunakan 2 motor servo, dimana motor servo 1 menggerakkan lampu 1 dan motor servo 2 menggerakkan lampu 2. Kerja motor servo mendapat sinyal perintah dari sensor ping dengan delay waktu 13 detik dan sudut kerja 50° . Hasil pengukuran tegangan motor servo ini ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

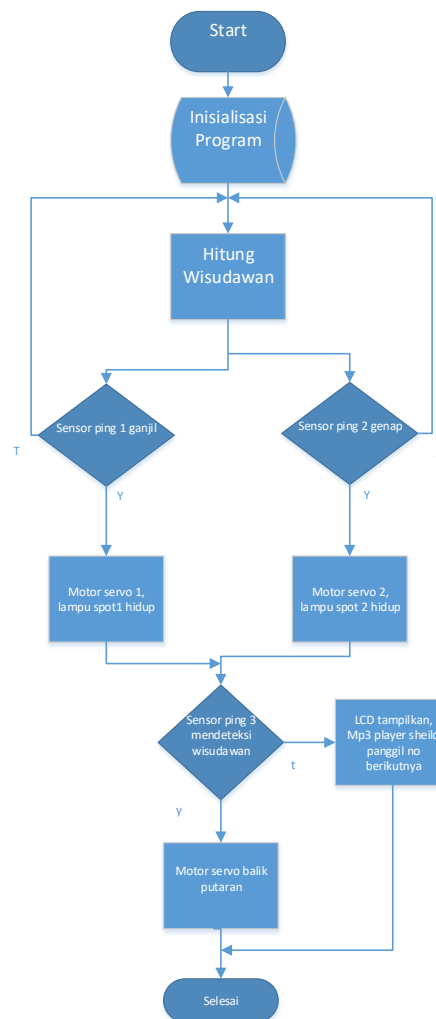
Tabel 2. Hasil pengukuran motor servo 1

Nomor	Sensor 1 (V DC)	Sensor 3 (V DC)	Motor Servo 1 (V DC)
1	0	0	0
2	5,03	0	5,02
3	0	5,03	5,02
4	5,03	5,03	5,02
5	0	0	0
6	5,03	0	5,02
7	0	5,03	5,02
8	5,03	5,03	5,02

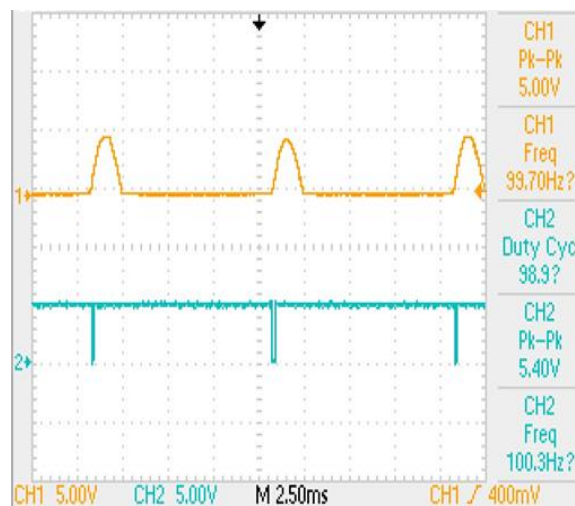
Tabel 3. Hasil pengukuran motor servo 2

Nomor	Sensor 2 (V DC)	Sensor 3 (V DC)	Motor Servo 2 (V DC)
1	0	0	0
2	5,03	0	5,02
3	0	5,03	5,02
4	5,03	5,03	5,02
5	0	0	0
6	5,03	0	5,02
7	0	5,03	5,02
8	5,03	5,03	5,02

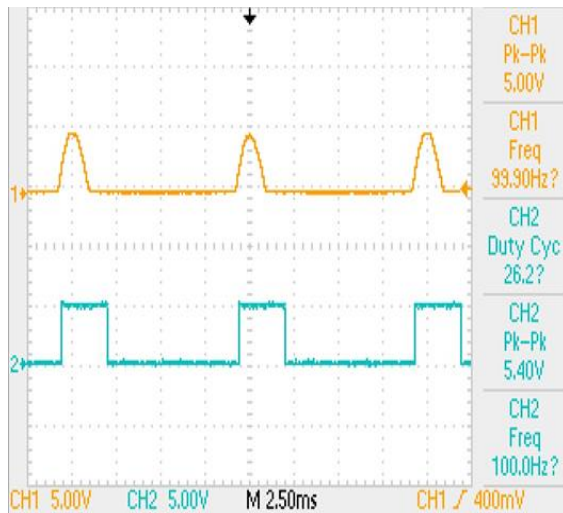
Motor servo 1 dan motor servo 2 bekerja berdasarkan sinyal dari sensor ping 1 dan sensor ping 2 seperti yang ditunjukkan diagram alir pada Gambar 4. Dengan program yang menetapkan lebar pulsa 100% didapatkan hasil pengukuran dengan osiloskop seperti Gambar 5, sedangkan dengan program yang menetapkan lebar pulsa 25% diperoleh hasil pengukuran menggunakan osiloskop seperti Gambar 6.



Gambar 4. Flowchart simulasi lampu spot panggung wisuda



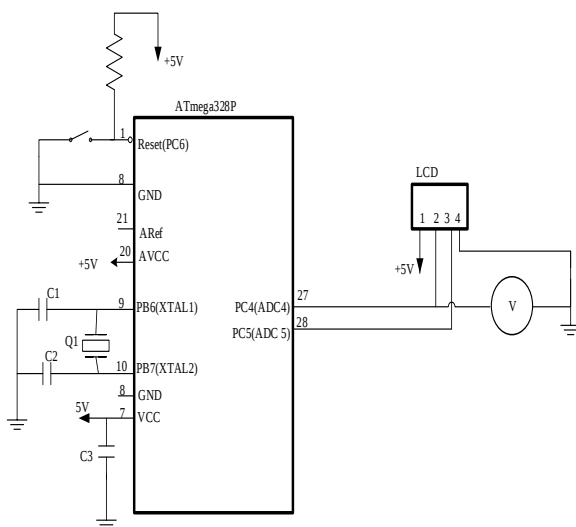
Gambar 5. Bentuk gelombang input motor servo dengan duty cycle 100%.



Gambar 6. Bentuk gelombang input motor servo dengan *duty cycle* 25%.

3.3. Pengujian Rangkaian LCD

Pengujian rangkaian LCD 16 × 2 bertujuan untuk membuktikan kondisi LCD dapat digunakan dengan baik dan dapat menampilkan karakter yang dibuat pada program. Rangkaian pengujian LCD ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rangkaian pengujian LCD

Proses pengujian LCD dapat dilakukan dengan menyiapkan alat ukur AVO meter dan alat tulis, melakukan *upload* program LCD menggunakan program Arduino IDE, menghubungkan pin mikrokontroler ke *pin* data LCD dan mengamati kerja LCD. Selain itu, dilakukan juga pengukuran dengan AVO meter pada pin LCD (Vcc, GND, SDA, dan SCL), pengukuran dengan AVO meter pada *pin* LCD (Vcc dan GND) saat rangkaian mendapat logika *high* dan *low* serta mencatat data yang diperoleh saat proses pengujian.

Dari pengujian rangkaian LCD selanjutnya diperoleh data hasil pengujian seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran LCD

Nomor	Sensor 3 (V DC)	Pin 27 (V DC)	Pin 28 (V DC)
1	0	0	0
2	5,03	5,03	5,03
3	5,03	5,03	5,03
4	5,03	5,03	5,03
5	5,03	5,03	5,03
6	0	0	0
7	5,03	5,03	5,03
8	5,03	5,03	5,03
9	5,02	5,02	5,02
10	5,03	5,03	5,03

3.4. Analisis Data

3.4.1. Rangkaian Sensor Ping

Pengukuran dan data yang diperoleh dari sensor ultrasonik pada keadaan tidak mendeteksi wisudawan adalah mengeluarkan logika *low* (0) dengan nilai tegangan 0,00 V DC. Sedangkan pada saat sensor ultrasonik mendeteksi wisudawan, menghasilkan keluaran berlogika *high* (1) dengan nilai tegangan 5,03 V DC. Untuk jarak jangkauan dari sensor ultrasonik dengan jarak 1 – 10 cm, sensor ini masih mendeteksi dengan keluaran yang dihasilkan berlogika *high* (1) dan nilai tegangan rata - rata sebesar 5,02 V DC. Pada jarak 11 cm, sensor ultrasonik tidak dapat mendeteksi wisudawan karena sudah diatur pada program jarak baca sensor sampai 10 cm.

3.4.2. Rangkaian Motor Servo

Setelah mikrokontroler menerima sinyal dari sensor ping, selanjutnya mikrokontroler memberi sinyal ke motor servo dengan *duty cycle* 25%, sesuai dengan Gambar 6, untuk menghasilkan pergerakan lampu *spot* dengan sudut 50°.

3.4.3. Rangkaian LCD

Pengukuran dan data yang diperoleh pada rangkaian LCD menunjukkan bahwa rangkaian LCD dapat bekerja baik untuk mendukung kinerja simulasi lampu *spot* panggung wisuda berbasis mikrokontroler ATmega328P.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis mengenai simulasi lampu *spot* panggung wisuda berbasis mikrokontroler ATmega328P, maka dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan rangkaian simulasi lampu *spot* panggung wisuda berbasis mikrokontroler ATmega328P dapat dibuat dengan rangkaian sensor menggunakan 3 buah sensor ultrasonik untuk mendeteksi wisudawan.

Sensor ping pertama mendeteksi wisudawan nomor urut ganjil dengan nyala lampu 1 yang digerakkan oleh motor servo 1. Sensor ping kedua

mendeteksi wisudawan nomor urut genap dengan nyala lampu 2 yang digerakkan oleh motor servo 2. Dengan memberikan lebar pulsa yang tepat motor servo akan dapat bergerak ke posisi yang diinginkan (50°).

Sensor ping ketiga secara khusus berfungsi untuk membalik putaran kedua motor ke posisi *start* kemudian memberikan informasi ke LCD untuk menampilkan nomor urut wisudawan dan MP3 *player shield* untuk memanggil nomor urut wisudawan selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada staf Lab. Mikroprosesor & Sistem Kontrol, Politeknik Negeri Bali yang telah mendukung penelitian ini serta editor dan *reviewer* Jurnal Matrix atas publikasi artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noveramadya, M.Y. (2015). *Kendali Nirkabel Lampu Sorot Panggung Menggunakan Metode Perhitungan Geometrik*. e-Proceeding of Engineering, 2011 - 2018.
- [2] Kuncoro, E.A., Haskari, F.A. & Pratama, A.P. (2016). *Aplikasi Penggunaan Sensor Ultrasonik Tipe Ping Untuk Menentukan Kematangan Tempe Pada Saat Fermentasi Berdasarkan Ketebalan Tempe*. Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI, C33 – 38.
- [3] Pratama, H., Haritman, E. & Gunawan. T. (2012). Akuisisi Data Kinerja Sensor Ultrasonik Berbasis Sistem Komunikasi Serial Menggunakan Mikrokontroler ATmega32, *Electrans*, 11(2), 36-43.
- [4] Darminta, I K., Sukarma, I N. & Budiawan, I M. (2017). Simulasi Pemisah Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler ATmega328P. *Matrix*, 7(2), 27-31.
- [5] Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Programnya Menggunakan Arduino*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [6] Sudarmanto, & Cahyani, A. (2007). *Perancangan Sistem Pengendalian Motor Servo Pada Robot Berkaki Menggunakan Mikrokontroler PIC 16F84*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), P33 – P36.
- [7] Andani, Christoforus, Y., Zakariah, I. & Husnah, A.N. (2011), Sistem Kendali Servo Posisi Dan Kecepatan Motor Dengan Programmable Logic Control (PLC), *Foristek*, 1(2), 102-112.
- [8] Sasmito, A., Fitriyah, H., & Ichsan, M.H.H. (2018), Penerapan Desain Interaksi Pada Perancangan Kalkulator Sederhana Untuk Tunanetra, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(7), 2594-2602.



POLITEKNIK NEGERI BALI



Redaksi Jurnal MATRIX
Gedung P3M, Politeknik Negeri Bali,
Bukit Jimbaran, PO BOX 1064 Tuban, Badung, Bali.
Phone: + 62 361 701981, Fax: +62 361 701128
e mail: p3mpoltekbali@pnb.ac.id
<http://ojs.pnb.ac.id/index.php/matrix>