

Analisis Distribusi Tegangan Listrik ke Busi dari Rangkaian *Electronic Ignition* Berdasarkan Kecepatan Putar *Flywheel* Mesin

Parlindungan P. Marpaung^{1*}

¹Institut Teknologi Indonesia, Jln. Raya Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan 15417
Program Studi Teknik Mesin Otomotif

Abstrak

Pada sistem pengapian mesin bahan bakar bensin empat silinder tegangan listrik koil sekunder dibangkitkan pada rangkaian *electronics ignition* yang terdistribusi ke busi melalui kontak distributor yang terhubung ke busi. Kontak distributor berputar melingkar terhubung ke busi dengan lama waktu sudut putar 90 derajat berdasarkan kecepatan putar *flywheel* mesin. Selanjutnya amplitudo tegangan listrik koil sekunder dibangkitkan dari rangkaian *electronics ignition* dalam fungsi waktu dengan satuan detik dinyatakan parameter $V_{s,koil(t)}$. Ketika mesin dijalankan, maka kecepatan putar *flywheel* berubah menyebabkan perubahan lama sudut putar 90 derajat kontak distributor melingkar terhubung ke busi. Lamanya sudut putar 90 derajat kontak distributor terhubung ke busi dinyatakan dengan parameter $t_{(k,dist.)}$ satuan detik. Akibatnya amplitudo $V_{s,koil(t)}$ terdistribusi ke busi berpacu dengan lama $t_{(k,dist.)}$ terhubung ke busi. Pada perubahan lama sudut putar *flywheel* 90 derajat kontak distributor terhubung ke busi menghasilkan amplitudo $V_{s,koil(t)}$ pada keluaran rangkaian *electronics ignition*. Analisis perubahan parameter $t_{(k,dist.)}$ disimulasikan pada rangkaian *electronics ignition* menggunakan software komputer simulasi EWB (*electronics work bench*). Pada penelitian ini digunakan data perubahan kecepatan putar *flywheel* mesin adalah 2000 rpm sampai dengan 8000 rpm menghasilkan jangkauan waktu $1,8 \text{ ms} \leq t_{(k,dist.)} \leq 7,2 \text{ ms}$. Perubahan $t_{(k,dist.)}$ tersebut disimulasikan pada rangkaian *electronics ignition* menghasilkan amplitudo tegangan koil sekunder dinyatakan $V_{s,koil(t,dist.)}$. Hasil simulasi nilai $t_{(k,dist.)} = 7,2 \text{ ms}$ diperoleh amplitudo $V_{s,koil(7,2\text{ms})} = 4782 \text{ volt}$. Kemudian simulasi nilai $t_{(k,dist.)} = 3,6 \text{ ms}$ menghasilkan amplitudo $V_{s,koil(3,6\text{ms})} = 4771 \text{ volt}$. Selanjutnya untuk nilai $t_{(k,dist.)} = 2,7 \text{ ms}$ menghasilkan amplitudo $V_{s,koil(2,7\text{ms})} = 4768 \text{ volt}$ dan nilai $t_{(k,dist.)} = 1,8 \text{ ms}$ menghasilkan amplitudo $V_{s,koil(1,8\text{ms})} = 4768 \text{ volt}$. Dengan demikian jangkauan perubahan $1,8 \text{ ms} \leq t_{(k,dist.)} \leq 7,2 \text{ ms}$ menghasilkan amplitudo tegangan $V_{s,koil(t)}$ terdistribusi ke busi diantara 4782 volt sampai dengan 4768 volt. Hasil keluaran penelitian diperoleh amplitudo tegangan $V_{s,koil(t)}$ terdistribusi ke busi melalui kontak distributor mengalami perubahan relatif kecil satuan volt ketika terjadi perubahan kecepatan putar *flywheel* mesin.

Kata kunci: amplitudo tegangan, kontak distributor, sudut putar melingkar

*Penulis korespondensi: telp: +62 21 7561091; cellular: +628128212064.

Alamat email: par_marm@yahoo.com

1. Pendahuluan

Pada bagian peralatan sistem pengapian busi mesin bahan bakar bensin parameter suplai tegangan listrik koil sekunder, ketika mencapai maksimum terdistribusi ke busi memegang peranan penting menghasilkan pengapian pada gap busi. Faktor parameter lain yang dapat mempengaruhi sistem pengapian mesin bakar bensin antara lain kualitas bahan bakar dan posisi pembukaan katup silinder. Apabila faktor parameter lain tersebut telah terpenuhi, tetapi suplai level tegangan listrik maksimum koil sekunder yang terdistribusi ke busi tidak menghasilkan percikan api pada gap

busi, maka akan menjadi sia-sia. Dimana level tegangan listrik koil sekunder menghasilkan percikan api pada gap busi fungsi lama waktu sudut putar kontak distributor melingkar 90 derajat terhubung ke busi tersebut. Lama waktu sudut putar kontak distributor 90 derajat terhubung ke busi menentukan nilai amplitudo tegangan koil sekunder yang dipengaruhi oleh kecepatan putar *flywheel*. Selanjutnya tegangan listrik koil sekunder ini dibangkitkan dari rangkaian pengapian *electronics ignition* fungsi waktu t (dalam satuan detik) dinyatakan parameter $V_{s,koil}(t)$. Dengan demikian lama waktu kontak distributor terhubung ke busi

mempengaruhi amplitudo tegangan $V_{s,koil}(t)$. Hal ini terjadi, karena kecepatan putaran *flywheel* mesin berubah dari putaran rendah ke putaran tinggi dan menyebabkan perubahan kecepatan kontak distributor terhubung ke busi yang memungkinkan busi tidak mendapatkan level amplitudo tegangan $V_{s,koil}(t)$ dan tidak menghasilkan percikan bunga api pada gap busi. Untuk itu dilakukan analisis simulasi rancang bangun rangkaian *electronic ignition* menghasilkan amplitudo tegangan keluaran koil sekunder fungsi lama waktu kontak distributor terhubung ke busi. Diharapkan waktu yang diperlukan busi mendapatkan amplitudo tegangan koil sekunder bersamaan dengan lama kontak distributor terhubung ke busi ketika terjadi perubahan kecepatan putar *flywheel* mesin. Pada kegiatan penelitian ini dilakukan simulasi rancang bangun rangkaian pengapian *electronic ignition* menghasilkan amplitudo sinyal tegangan koil sekunder yang terdistribusi ke busi terhadap lamanya kontak.

Perumusan masalah penelitian adalah amplitudo tegangan sekunder koil terdistribusi ke busi untuk lama waktu kontak distributor berputar melingkar 90 derajat. Perlu diketahui, bahwa *timing* pengapian suatu mesin otomotif adalah waktunya busi mendapat suplai tegangan sekunder koil melalui kontak distributor. Adapun nilai level tegangan koil sekunder terdistribusi ke busi dibandingkan dari tegangan keluaran rangkaian *electronic ignition* fungsi waktu t dalam satuan detik berhubungan dengan lama waktu sudut putar 90 derajat kontak distributor terhubung ke busi. Masalahnya adalah kecepatan sudut putar *flywheel* sebesar sudut putar 90 derajat, maka lama kontak distributor terhubung ke busi semakin singkat. Hal ini akan membatasi waktu yang tersedia bagi amplitudo tegangan $V_{s,koil}$ terdistribusi ke busi. Dengan demikian lama waktu amplitudo tegangan $V_{s,koil}$ berpacu dengan lama waktu kontak distributor terhubung ke busi. Apabila level amplitudo tegangan $V_{s,koil}$ terdistribusi ke busi tepat saat kontak distributor terhubung ke busi, maka busi mendapat suplai tegangan pengapian yang optimal. Sebaliknya ketika kontak distributor telah terhubung ke busi dan level amplitudo tegangan $V_{s,koil}$ tidak terdistribusi ke busi, maka suplai tegangan $V_{s,koil}$ ke busi menjadi tidak optimal. Lama waktu kontak distributor terhubung ke busi disimulasikan pada rangkaian pengapian *electronics ignition* menghasilkan amplitudo tegangan $V_{s,koil}$. Rancang bangun rangkaian pengapian *electronics ignition* menghasilkan amplitudo tegangan $V_{s,koil}$ satuan volt menggunakan software komputer simulasi *electronics work bench* (EWB).

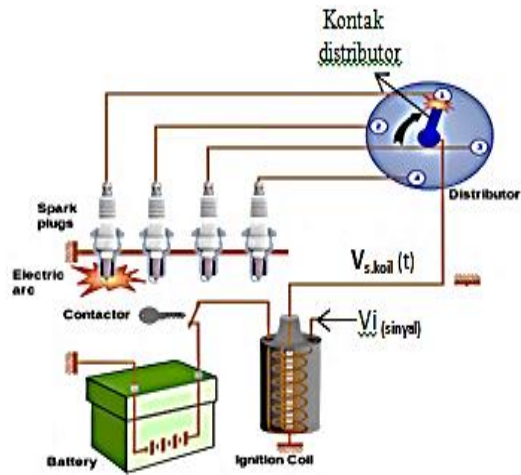
Tujuan penelitian adalah menganalisis level amplitudo tegangan koil sekunder yang terdistribusi ke busi, ketika terjadi perubahan lama waktu kontak distributor berdasarkan perubahan kecepatan putaran *flywheel*. Amplitudo tegangan sekunder koil terdistribusi ke busi dibandingkan dari hasil simulasi pada rancang bangun rangkaian *electronics ignition* menggunakan software simulasi *electronic work bench* (EWB).

Batasan masalah penelitian adalah data kecepatan *flywheel* yang digunakan putaran 0 rpm sampai dengan 8000 rpm. Capaian penelitian dilakukan melalui analisis nilai amplitudo tegangan sekunder koil terdistribusi ke busi fungsi waktu kontak distributor terhubung ke busi berdasarkan perubahan kecepatan putaran *flywheel* mesin. Selanjutnya parameter perhitungan matematis menggunakan data sebagai berikut:

- Perubahan putaran 2000 rpm, 4000 rpm, 6000 rpm dan 8000 rpm.
- Perubahan lama waktu kontak distributor berputar melingkar 90 derajat terhubung ke busi dihitung menggunakan persamaan matematis pada setiap perubahan putaran *flywheel* mesin.
- Lama sudut putar melingkar 90 derajat kontak distributor disimulasikan pada rangkaian *electronics ignition* dengan menggunakan software simulasi EWB.

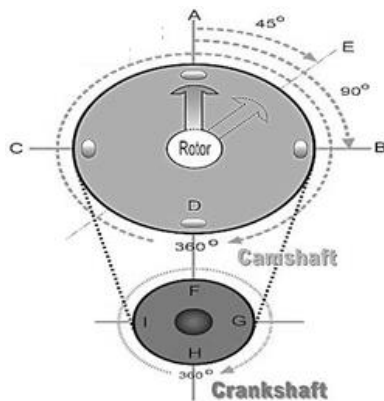
2. Teori Dasar

Pada mesin bahan bakar bensin busi mendapat suplai tegangan listrik yang berasal dari tegangan kumparan sekunder. Pada Gambar 1 terlihat kontak distributor mendistribusikan tegangan ke setiap busi dengan urutan busi-1, busi-3, busi-4, dan terakhir ke busi-2 yang dinyatakan dengan urutan pengapian busi 1-3-4-2. Tegangan listrik terdistribusi ke setiap busi melalui kontak distributor terhubung ke busi yang digerakkan oleh putaran melingkar *crankshaft*. Pada Gambar 2 diperlihatkan kontak distributor berputar melingkar digerakkan oleh *crankshaft* mesin [1], [2].



Gambar 1. Tegangan Sekunder Koil Terdistribusi ke Busi

Pada sistem pengapian dinyatakan saat *timing* pengapian adalah kontak distributor terhubung ke busi mendistribusikan amplitudo tegangan listrik koil sekunder terhubung ke busi.



Gambar 2. Crankshaft Menggerakkan Kontak Distributor Melalui Rotor

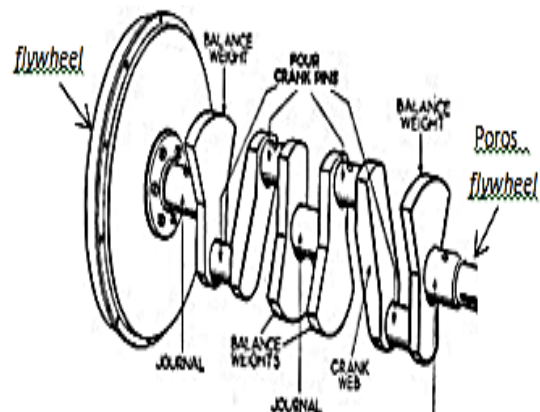
Percikan api pada gap busi menyebabkan pembakaran campuran bensin dan udara yang menghasilkan momentum daya dorong piston langkah usaha dalam silinder mesin yang menggerakkan poros *crank* berputar melingkar. Pada Gambar 3 terlihat pengapian busi mendorong posisi piston langkah usaha menggerakkan *crankshaft*.



Gambar 3. Gerak Langkah Piston Usaha Seiring Gerak Putar Melingkar *Crankshaft*

Kecepatan Sudut Putar Melingkar

Ketika kondisi mesin kendaraan dinyalakan, poros engkol menggerakkan lingkaran *flywheel*, *crankshaft* dan kontak distributor. Hubungan putaran poros engkol dengan kecepatan putar melingkar *flywheel* mesin terlihat pada Gambar 4. Selanjutnya kecepatan putar *flywheel* terindikasi melalui indikator titik 23 sampai dengan titik 24 (pada Gambar 5). Indikator titik 23 ke titik 24 membentuk sudut putar pada busur lingkaran fisik *flywheel* dinyatakan parameter sudut θ . Hubungan putaran melingkar *crankshaft* seiring dengan putaran rpm *flywheel* yang digerakkan melalui putaran poros mesin [3].



Gambar 4. Hubungan Putaran *Flywheel* dan *Crankshaft* Melalui Poros Mesin



Gambar 5. Hubungan Piston dengan Poros Engkol *Crankshaft* dan *Flywheel*.

Perumusan matematis kecepatan sudut putar melingkar *flywheel* terhadap lama waktu sudut putar dirumuskan seperti pada persamaan 1 [6].

$$\omega = \frac{\theta}{t} \quad \dots\dots\dots 1.$$

Dimana:

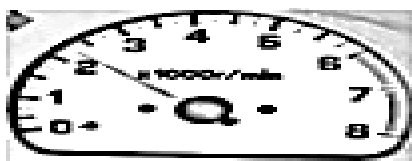
ω = kecepatan sudut putar, (derajat/detik)

t = waktu putaran, (detik)

Θ = sudut putar, (derajat).

3. Metodologi

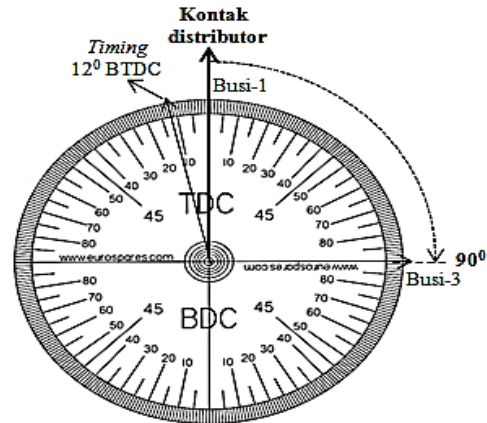
Metode penelitian menggunakan perhitungan matematis dan metoda simulasi pada rancangan bangun rangkaian elektronika pengapian (*electronic ignition*). Adapun metodologi simulasi menggunakan *software* komputer simulasi EWB pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition*. Analisis metodologi perhitungan matematis digunakan data nilai kecepatan putar *flywheel* suatu mesin empat silinder melalui tampilan peraga pada Gambar 6. Dimana kecepatan putar *flywheel* mesin dimulai dari putaran 0 rpm sampai dengan putaran maksimum 8.000 rpm.



Gambar 6. Data Putaran RPM Speedometer.

Karakteristik Sudut Putar Melingkar

Karakteristik sudut putar gerak melingkar *timing* pengapian sudut BTDC, putaran *crankshaft* dan putaran kontak distributor dipresentasikan pada dua bagian busur lingkaran, yaitu bagian BDC (*bottom dead center*) dan TDC (*top dead center*) terlihat seperti pada Gambar 7. Sudut putar kontak distributor adalah mulai titik TDC atau posisi 0° BTDC terhubung ke busi-3 membentuk sudut putar 90 derajat [4].



Gambar 7. Karakteristik sudut putar *timing* BTDC dan kontak distributor.

Perubahan Kecepatan Putaran *Flywheel*

Perubahan kecepatan putaran *flywheel* mesin terjadi dari putaran rpm tinggi menuju rpm rendah atau sebaliknya. Pada kecepatan putaran *flywheel* mesin maksimum diperoleh nilai rpm (maks.)= 8000 putaran/menit atau 133,33 putaran/detik. Kecepatan sudut putar *flywheel* dinyatakan parameter $\omega_{(wheel)} = 133,33 \times 360 = 47.998,8$ derajat/detik. Hasil kecepatan sudut putar sebesar 1 derajat per lama sudut putar berdasarkan perubahan putaran *flywheel* mesin pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan sudut putar ω_{wheel}

No	Kecepatan <i>flywheel</i>		
	rpm	putaran/dtk	ω_{wheel}
1	2000	33,33	1°/0,08 mS
2	4000	66,67	1°/0,04 mS
3	6000	100,0	1°/0,03 mS
4	8000	133,33	1°/0,02 mS

Kontak Distributor Terhubung ke Busi

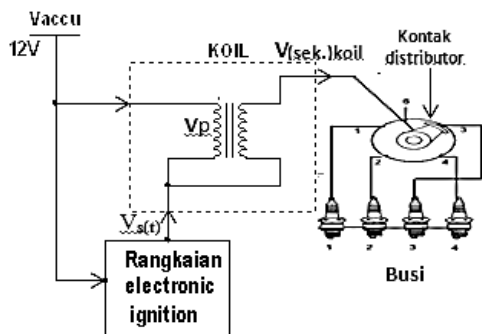
Pada mesin empat silinder, kontak distributor berputar melingkar dengan sudut putar 90 derajat terhubung ke busi seiring putaran *flywheel* mesin. Untuk putaran *flywheel* maksimum 8000 rpm diperoleh kecepatan sudut putar $\omega_{wheel} = 1$ derajat/0,02 mS (dari data Tabel 1). Diperoleh sudut putar kontak distributor 90 derajat dinyatakan $\omega_{k.dist.(90derajat)} = 90$ derajat/1,8 mS. Lama sudut putar $t_{k.dist.(90derajat)} = 1,8$ mS. Dengan demikian distribusi tegangan listrik koil sekunder ke busi melalui kontak distributor mendapat waktu luang sama dengan 1,8 mS. Perhitungan matematis lama sudut putar kontak distributor terhubung ke busi berdasarkan perubahan putaran *flywheel* diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan dan Lama Waktu Sudut Putar Kontak Distributor

No	Kec. sudut putar		Lama waktu
	$\omega_{\text{wheel}} (1^\circ)$	$\omega_{\text{k.dist.}} (90^\circ \text{derajat})$	$t_{\text{(k.dist.)}}$
1	1 ⁰ /0,08 mS	90 ⁰ /7,2 mS	7,2 mS
2	1 ⁰ /0,04 mS	90 ⁰ /3,6 mS	3,6 mS
3	1 ⁰ /0,03 mS	90 ⁰ /2,7 mS	2,7 mS
4	1 ⁰ /0,02 mS	90 ⁰ /1,8 mS	1,8 mS

Tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$ Terdistribusi ke Busi

Adapun tegangan koil sekunder $V_{s.\text{koil}}(t)$ dibangkitkan rangkaian pengapian *electronic ignition* diperlihatkan pada skema diagram rangkaian pada Gambar 8. Nilai amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$ terdistribusi ke busi disimulasikan untuk lama waktu kontak distributor terhubung ke setiap busi [3], [4].

**Gambar 8.** Skema Diagram Rangkaian Sistem Pengapian pada Busi

Analisis level amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$ dibangkitkan dari rancang bangun rangkaian *electronic ignition* ditampilkan pada peraga software simulasi EWB [5], [7].

4. Hasil dan Pembahasan

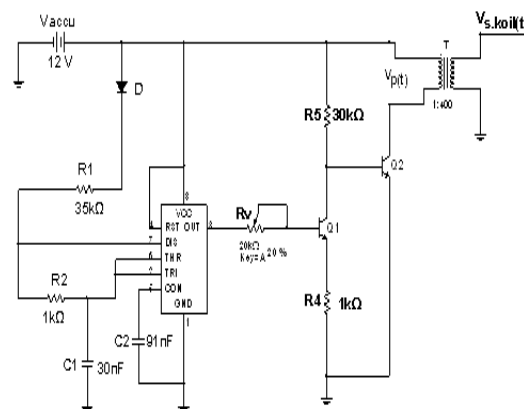
Pada kegiatan penelitian ini hasil perubahan lama waktu kontak distributor terhubung ke busi, yaitu lama waktu $t_{\text{(k.dist.)}} = 7,2 \text{ mS}$, $t_{\text{(k.dist.)}} = 3,6 \text{ mS}$, $t_{\text{(k.dist.)}} = 2,7 \text{ mS}$, dan $t_{\text{(k.dist.)}} = 1,8 \text{ mS}$ disimulasikan pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition* menghasilkan level amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$. Hal ini dilakukan karena level amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$ terdistribusi ke busi melalui kontak distributor dan seiring dengan lamanya kontak distributor terhubung ke busi. Dengan demikian lama waktu kontak distributor terhubung ke busi sama dengan lama amplitudo $V_{s.\text{koil}}(t)$ dinyatakan $t_{\text{(k.dist.)}} = t$ satuan detik. Data perubahan waktu $t = t_{\text{(k.dist.)}}$ disimulasikan pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition* menggunakan software komputer simulasi EWB menghasilkan

amplitudo $V_{s.\text{koil}}(t)$. Nilai perubahan lama waktu kontak distributor berdasarkan perubahan kecepatan putar *flywheel* yang menggunakan data Tabel 1 dan Tabel 2 diperlihatkan pada Tabel 3.

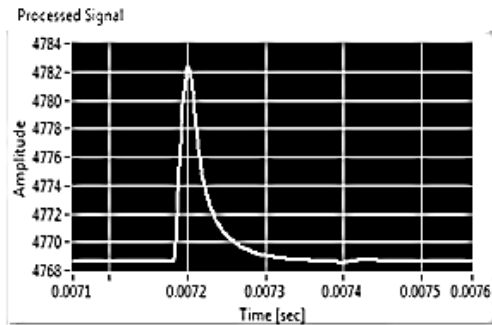
Tabel 3. Perubahan Waktu $t_{\text{(k.dist.)}}$ Berdasarkan Putaran *Flywheel* Mesin

No	Putaran <i>flywheel</i> rpm	Lama waktu kontak distributor ke busi $t_{\text{(k.dist.)}}$
1	2000	7,2 mS
2	4000	3,6 mS
3	6000	2,7 mS
4	8000	1,8 mS

Lama amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$ fungsi waktu t disimulasikan untuk nilai $t = t_{\text{(k.dist.)}}$ (data Tabel 3) pada rangkaian *electronic ignition* menggunakan software simulasi EWB diperlihatkan pada Gambar 9. Simulasi nilai waktu $t_1 = 7,2 \text{ mS}$, $t_2 = 3,6 \text{ mS}$, $t_3 = 2,7 \text{ mS}$ dan $t_4 = 1,8 \text{ mS}$ pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition* dilakukan dengan cara menentukan nilai resistansi R_2 , kapasitor C_1 dan resistor variabel R_v . Hasil simulasi perubahan lama kontak distributor terhubung ke busi tersebut pada rangkaian *electronic ignition* diperoleh level amplitudo tegangan keluaran dinyatakan $V_{s.\text{koil}}(7,2 \text{ mS})$, $V_{s.\text{koil}}(3,6 \text{ mS})$, $V_{s.\text{koil}}(2,7 \text{ mS})$, dan $V_{s.\text{koil}}(1,8 \text{ mS})$. Amplitudo tegangan koil sekunder fungsi waktu ditampilkan melalui fasilitas peraga spektrum *analyzer* software EWB.

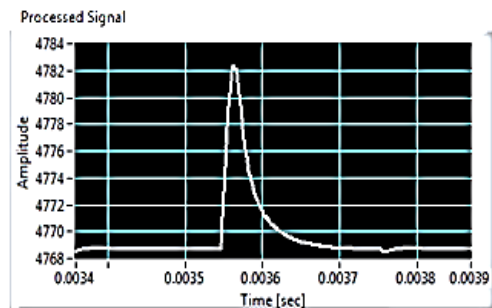
**Gambar 9.** Rancang Bangun Rangkaian Pengapian *Electronic Ignition***Hasil Simulasi Rangkaian *Electronic Ignition***

Amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(t)$ untuk nilai $t_{\text{(k.dist.)}} = t_1 = 7,2 \text{ mS}$ menghasilkan level amplitudo tegangan $V_{s.\text{koil}}(7,2 \text{ mS}) = 4782 \text{ volt}$ diperlihatkan pada Gambar 10.



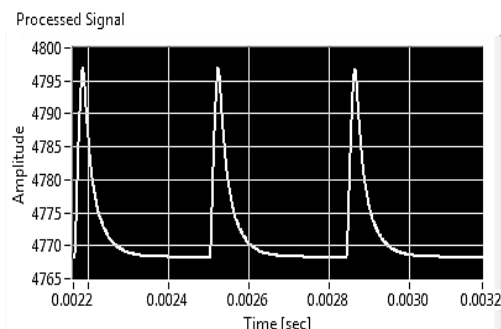
Gambar 10. Amplitudo Tegangan $V_{s.koil(7,2mS)}$ untuk Waktu $t_1 = 7,2$ mS.

Selanjutnya nilai $t_2 = 3,6$ mS menghasilkan level amplitudo tegangan $V_{s.koil(3,6mS)} = 4771$ volt diperlihatkan pada Gambar 11.



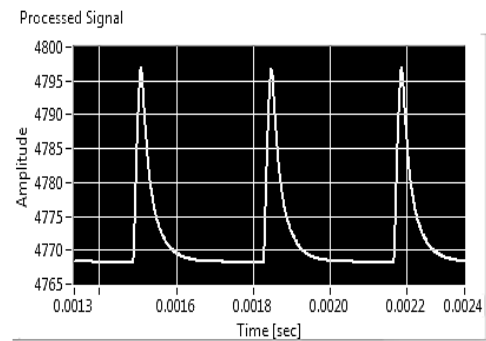
Gambar 11. Amplitudo Tegangan $V_{s.koil(3,6mS)}$ untuk Waktu $t_2 = 3,6$ mS.

Level amplitudo tegangan $V_{s.koil(t)}$ untuk nilai $t_3 = 2,7$ mS diperlihatkan pada Gambar 12. Diperoleh hasil level amplitudo tegangan $V_{s.koil(2,7mS)} = 4768$ volt.



Gambar 12. Amplitudo tegangan $V_{s.koil(2,7mS)}$ untuk waktu $t_3 = 2,7$ mS.

Amplitudo tegangan $V_{s.koil(t)}$ untuk nilai $t_4 = 1,8$ mS pada Gambar 13 menghasilkan level amplitudo tegangan $V_{s.koil(1,8mS)} = 4768$ volt.



Gambar 13. Amplitudo tegangan $V_{s.koil(1,8mS)}$ untuk waktu $t_4 = 1,8$ mS.

Rekapitulasi hasil amplitudo tegangan $V_{s.koil(t)}$ untuk nilai lama waktu kontak distributor terhubung ke busi $1,8 \text{ mS} \leq t_{(k.dist.)} \leq 7,2 \text{ mS}$ berdasarkan perubahan kecepatan rpm *flywheel* diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Lama Waktu Kontak Distributor Terhubung ke Busi

No	Kecep. <i>flywheel</i>	Waktu $t = t_{(k.dist.)}$	Amplitudo $V_{s.koil(t)}$
1	2000 rpm	7,2 mS	4782 volt
2	4000 rpm	3,6 mS	4771 volt
3	6000 rpm	2,7 mS	4768 volt
4	8000 rpm	1,8 mS	4768 volt

Data parameter pada Tabel 4 dinyatakan perubahan kecepatan sudut putar *flywheel* menyebabkan lama waktu kontak distributor terhubung ke busi berubah dari 7,2 mS, 3,6 mS, 2,7 mS dan 1,8 mS. Semakin cepat putaran rpm *flywheel*, maka lama waktu kontak distributor terhubung ke busi semakin cepat pula. Pada kecepatan putar *flywheel* maksimum 8000 rpm, maka amplitudo tegangan $V_{s.koil(t)}$ untuk nilai $t = t_{(k.dist.)} = 1,8$ mS dinyatakan dengan parameter $V_{s.koil(1,8mS)}$. Simulasi pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition* untuk jangkauan waktu $1,8 \text{ mS} \leq t \leq 7,2 \text{ mS}$ menghasilkan jangkauan amplitudo tegangan $V_{s.koil(t)}$ adalah $4768 \leq V_{s.koil(t)} \leq 4782$ volt. Perubahan waktu $1,8 \text{ mS} \leq t_{(k.dist.)} \leq 7,2 \text{ mS}$ (data Tabel 4) diperoleh selisih nilai amplitudo $V_{s.koil(7,2 \text{ mS})}$ sebesar $(4782 \text{ volt} - 4768 \text{ volt}) = 14 \text{ Volt}$. Hasil keluaran penelitian ini dinyatakan, bahwa perubahan lama waktu kontak distributor terhubung ke busi disebabkan perubahan putaran *flywheel* mesin. Jangkauan perubahan lama waktu kontak distributor $1,8 \text{ mS} \leq t \leq 7,2 \text{ mS}$ terhubung ke busi dinyatakan busi masih mendapat waktu luang memperoleh level tegangan tinggi dari sekunder koil. Nilai perubahan amplitudo

tegangan koil sekunder 4782 volt menjadi 4768 volt dinyatakan perubahan tegangan listrik terdistribusi ke busi masih relatif kecil, walaupun terjadi perubahan kecepatan putar *flywheel* mesin.

5. Kesimpulan

- [1] Pengapian busi terjadi ketika tegangan koil sekunder terdistribusi ke busi melalui kontak distributor terhubung ke busi. Tegangan koil sekunder dibangkitkan dari rangkaian *electronic ignition* fungsi waktu satuan detik.
- [2] Ketika mesin dijalankan terjadi perubahan kecepatan putaran *flywheel* mesin yang menyebabkan amplitudo tegangan koil sekunder terdistribusi ke busi berpacu dengan perubahan lama kontak distributor terhubung ke busi.
- [3] Rancang bangun rangkaian *electronic ignition* menghasilkan level amplitudo tegangan koil sekunder ke busi fungsi perubahan lama sudut putar 90 derajat terhubung ke busi.
- [4] Lama waktu kontak distributor satuan detik disimulasikan pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition* menggunakan software simulasi EWB (*electronics work bench*). Simulasi lama kontak distributor pada rancang bangun rangkaian *electronic ignition* menghasilkan amplitudo tegangan koil sekunder fungsi lama waktu kontak distributor terhubung ke busi.
- [5] Pada perubahan kecepatan putar *flywheel* mesin dan lama kontak distributor terhubung ke busi, maka amplitudo tegangan koil sekunder mengalami perubahan relatif kecil dalam satuan volt.

Daftar Pustaka

- [1] Daryanto, *Prinsip Dasar Kelistrikan Otomotif*, CV Alfabeta, April 2011.
- [2] Boentoro, *Panduan Praktis Tune-Up Mesin Mobil*, PT. Kawan Pustaka, Januari 2004.
- [3] AFIATA.COM INFORMATION OF BASIC ELECTRONICS FOR REPAIR AND PROJECT, 2010, *Electronics Ignition Circuit*, (Online), (<http://www.afiata.com/circuit-diagram-of-electronics-ignition-circuit/>), diakses 18 Mei 2016).
- [4] Perewz, Richard, *Electronics ignition "electric fence"*, 1991.
- [5] Denise Lai. 1999. *The Physics Fact Book, Voltage Of Automobile Spark Plugs*. (Online),

(<http://hypertextbook.com/facts/1999/DeniseLai.shtml>), diakses 18 Juni 2016.

- [6] Toyota Service Training, *New Step Training Manual*, 2000.
- [7] IKALOGIC. 2015. *99 000 RPM Contact-Less Digital Tachometer*. (Online), (<https://www.ikalogic.com/99-000-rpm-contact-less-digital-tachometer/>), diakses 23 Juni 2016).