

Analisa Emisi Konduksi Pada Terminal Utama Lampu Hemat Energi

Analysis of Mains Terminal Disturbance Voltage on Energy Saving Lamp

Agung Yanuar Wirapraja
Kementerian Perindustrian
Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya
Surabaya, Indonesia
agungyanuar1945@gmail.com

Ika Prawesty Wulandari
Kementerian Perindustrian
Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya
Surabaya, Indonesia
wulanlurvspink@gmail.com

Abstrak— Lampu hemat energi (LHE) tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan masyarakat saat ini. Lampu hemat energi mempunyai beberapa kelebihan yaitu cahaya yang terang dan konsumsi energi yang rendah. Lampu hemat energi juga memiliki dampak negatif, salah satunya adalah medan magnet yang dihasilkan oleh komponen pasif yang terdapat pada ballast elektronik. Penelitian ini secara khusus menganalisa emisi konduksi yang dihasilkan oleh lampu hemat energi. Penelitian ini menggunakan dua kelompok lampu hemat energi yaitu LHE dengan harga \leq Rp10.000,- dan $>$ Rp10.000,-. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui emisi konduksi lampu hemat energi yang beredar di Indonesia berdasarkan harganya. Metoda pengujian mengacu pada CISPR 15 yaitu *mains terminal disturbance voltage*. Pada LHE dengan harga \leq Rp10.000, semua lampu memiliki nilai quasipeak yang melebihi batas limit yang digunakan. 64% sampel yang diuji, memiliki nilai *quasipeak* yang melebihi batas limit yang ada pada CISPR 15.

Kata Kunci: LHE, emisi konduksi, CISPR 15, *Quasi Peak*

Abstract— *Energy saving lamp (LHE) can not be separated from the needs of today's society. Energy-saving lamps have some advantages such as, bright light and consuming very less energy. Energy saving lamps also have negative effects, one of them is the magnetic field generated by the passive components in the electronic ballast. This study analyzes specifically the conducted emissions generated by energy saving lamps. This study used two groups of energy saving lamps : energy saving lamps at a price \leq 10,000,- IDR and at a price above 10,000,-IDR.. The aim of this research is to determine conducted emission of energy saving lamp in Indonesia market based on the price. The test methods refer to CISPR 15 is mains terminal disturbance voltage. For energy saving lamp at a price \leq 10,000 IDR, all the lights have quasipeak value that exceeds the limit used. 64% of samples tested, have a value that exceeds the limit quasipeak exist in CISPR 15.*

Keyword : *energy saving lamp, conducted emission, CISPR 15, Quasi Peak*

I. PENDAHULUAN

Lampu adalah alat yang berfungsi untuk memancarkan cahaya. Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) semakin meningkat dari tahun ke tahun, munculnya lampu LED tidak membuat penggunaan lampu LHE menurun. Berdasarkan data Ketua Umum Asosiasi Perlampuan Indonesia (Aperlindo) penggunaan lampu LHE tahun 2014 mencapai 340 juta unit atau naik dari tahun 2013 yang hanya 320 juta unit. Lampu hemat energi banyak digunakan di rumah, toko, rumah sakit dan sebagainya.[1] Lampu hemat energi (LHE) adalah salah satu bentuk pengembangan dari lampu *fluorescent*. Lampu hemat energi atau yang lebih dikenal sebagai *Compact Fluorescent lamp* (CFL), lampu penerangan jenis lampu merkuri tekanan rendah yang bekerja berdasarkan lucutan elektron di dalam tabung.[2][3] Prinsip kerja dari lampu CFL ini sama dengan lampu TL, namun keduanya mempunyai perbedaan yaitu pada peralatan pembatas arus (ballast), di mana lampu TL menggunakan ballast dari induktor yang dihubungkan seri dengan salah satu elektrodanya, sedangkan lampu CFL menggunakan peralatan saklar elektronik sebagai pembatas arusnya (ballast elektronik).[4][5][3][6] Dibandingkan ballast magnetik, ballast elektronik dapat menghemat konsumsi energi sebesar 15% - 20%.[7][8][9] Ballast elektronik adalah konverter elektronika daya yang fungsinya untuk menyuplai *discharge lamp*. [10][11][12] Pada dasarnya, *discharge lamp* terdiri dari tabung *discharge*, didalamnya terdapat energi listrik yang diubah menjadi radiasi elektromagnetik. Setelah lampu dinyalakan, tabrakan antara elektron bebas dan atom menghasilkan panas dan suhu yang akan meningkat hingga mencapai kondisi operasi normal.[10] Ballast elektronik banyak digunakan pada lampu hemat

energi. Lampu hemat energi juga memiliki dampak negatif, antara lain gas merkuri, pancaran sinar ultra violet, polutan listrik, harmonisa dan medan magnet yang dihasilkan oleh komponen pasif yang terdapat pada ballast elektronik.[3]-[9]-[13] Medan elektromagnet yang dihasilkan oleh lampu hemat energi adalah medan listrik dan medan magnet. Medan listrik dihasilkan oleh pembentukan muatan listrik karena adanya perbedaan tegangan, sedangkan medan magnet dihasilkan bila ada arus listrik yang mengalir pada ballast elektronik. Peralatan elektronik dapat memancarkan atau menghasilkan gelombang elektromagnetik yang bisa mengakibatkan gangguan kesehatan dan kinerja peralatan listrik di sekitarnya, sehingga diperlukan regulasi batasan maksimum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau dihasilkan oleh peralatan elektronik. CISPR (*Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques*) atau dalam Bahasa Inggris disebut *International Special Committee on Radio Interference* adalah badan standar EMC yang biasa dijadikan acuan oleh dunia internasional.[14]-[15] EMC (*Electromagnetic Compability*) adalah kemampuan perangkat dalam melindungi diri dari lingkungan elektromagnetik serta kemampuan perangkat itu sendiri agar tidak menghasilkan emisi elektromagnetik. Gangguan elektromagnetik atau yang sering disebut EMI (*Electromagnetic Inference*) merupakan emisi yang diakibatkan oleh sumber-sumber *noise* melalui radiasi maupun konduksi elektromagnetik.[16] Faktor yang mempengaruhi EMI dapat diklasifikasikan menjadi sifat dari perangkat elektronik yang memancarkan noise, hubungan fisik antara perangkat (jarak), dan kerentanan perangkat yang terkena dampak (*electromagnetic shielding*).[17] Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik emisi konduksi (*Conducted Emission*) yang dihasilkan oleh lampu hemat energi (CFL). Lampu hemat energi yang digunakan dikelompokkan berdasarkan harga lampu, ada 2 (dua) kelompok lampu yang akan digunakan. Parameter yang digunakan dalam pengukuran emisi konduksi (*Conducted Emission*) adalah nilai *Quasipeak* dan margin *Quasipeak* antara hasil pengukuran dengan limit yang terdapat pada CISPR 15.[18] Semakin tinggi nilai margin *Quasipeak* maka

semakin rendah emisi konduksi yang dihasilkan oleh sampel uji.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Metode pengujian mengacu pada CISPR 15 Edisi 7.2 2009 – 01: *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similiar equipment*. Pengujian yang dilakukan adalah Tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*), sesuai pada CISPR 15.[18] Pengukuran *mains terminal disturbance voltage* dilakukan pada frekuensi 9 kHz sampai dengan 30 MHz. Dalam menganalisa emisi konduksi (*Conducted Emission*) yang ditimbulkan oleh sampel maka digunakan metode sesuai dengan CISPR 15 (Metode Pengukuran Gangguan Konduksi Pada Terminal Utama). Sampel akan dianggap gagal apabila ada nilai *quasipeak* yang melebihi nilai limitnya. Nilai limit *quasipeak* dan limit *average* sesuai dengan CISPR 15 untuk produk lampu, seperti pada Tabel 1. [18]

TABEL 1. LIMIT MAINS TERMINAL DISTURBANCE VOLTAGE

Frequency range	Limits dB(μ V)	
	<i>Quasipeak</i>	<i>Average</i>
9 kHz to 50 kHz	110	-
50 kHz to 150 kHz	90 to 80 ^b	-
150 kHz to 0,5 MHz	66 to 56 ^b	56 to 46 ^b
150 kHz to 5,0 MHz	56 ^c	46 ^c
5,0 MHz to 30 MHz	60	50

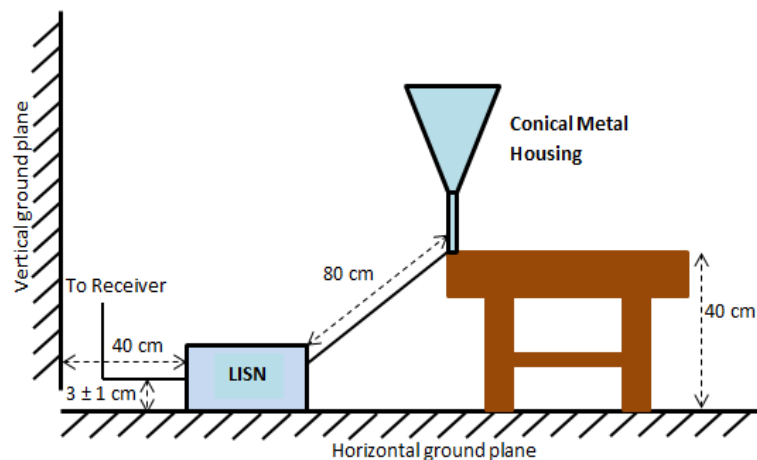
Sampel uji yang digunakan adalah lampu hemat energi (LHE) dengan tipe *glasstube* 2U. Penelitian ini menggunakan sampel yang beredar dan dijual dipasaran, jumlah sampel yang digunakan adalah 14 buah lampu LHE yang berbeda merk. Sampel dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, berdasarkan harga beli dipasar. Kelompok 1 (satu) adalah lampu LHE dengan harga \leq Rp.10.000 dan kelompok 2 (dua) adalah lampu LHE dengan harga $>$ Rp.10.000. Spesifikasi sampel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. SPESIFIKASI SAMPEL LAMPU LHE

Kelompok	Sampel	Daya (Watt)	Tegangan (Volt)	Frekuensi (Hz)
Kelompok 1	A ₁	5	220 - 240	50 / 60
	A ₂	5,8	220	50 - 60
	A ₃	11	220 - 240	50 / 60
	A ₄	18	170 – 250	50 - 60
	A ₅	9	170 - 250	50
	A ₆	5	220	50
	A ₇	10	220 - 240	50 / 60
Kelompok 2	B ₁	8	200 - 240	50 - 60
	B ₂	8	220 - 240	50 - 60
	B ₃	11	220 - 240	50
	B ₄	15	220 - 240	50 - 60
	B ₅	15	220 - 240	50 - 60
	B ₆	8	170 - 250	50
	B ₇	14	170 – 250	50 - 60

Sesuai standar yang dipakai, pengujian ini menggunakan ruangan yang dilengkapi dengan *ground plane* vertikal dan horizontal yang memiliki ukuran 2 x 2m. Selain itu pengujian juga menggunakan meja non metal dengan tinggi 40 cm. Peralatan pengukuran yang digunakan adalah LISN (*Line Impedance Stabilization Network*), *Conical metal housing* dan ESU26 EMI Test Receiver. Letakan LISN pada *ground plane* dengan jarak 40cm dari vertikal *ground plane* dan *ground* dari LISN dihubungkan (*Short*) dengan horizontal *ground plane*. Tempatkan sampel diatas meja dengan jarak 80 cm dari LISN. Ketinggian kabel LISN maupun kabel EUT yang dipersyaratkan adalah 3 ± 1 cm dari *ground plane*. [18] Untuk rangkaian pengujian dapat dilihat pada gambar 1. Pengambilan data dilakukan pada ruangan tanpa gerakan

udara (*draught-proof*) dengan kelembaban maksimum 65%. Pengukuran dilakukan pada tegangan jala-jala PLN sebesar 220 V. Sampel akan dinyalakan selama 5 menit sebelum dilakukan pengukuran. Pengambilan data dari setiap sampel uji adalah 1 (satu) kali dalam setiap pengujiannya. Hasil emisi konduksi yang didapat dari EMI Test Receiver diproses dan dapat diamati melalui *software* EMC32 buatan Rohde Schwarz. Pada setiap pengujiannya akan diambil 10 titik quasipeak tertinggi untuk dianalisa. Hasil pengukuran berupa margin yang merupakan selisih nilai antara batas limit yang terdapat pada CISPR 15 dengan nilai qsipeak hasil pengukuran. Seluruh penelitian dilakukan di Laboratorium EMC Baristand Industri Surabaya, dengan menggunakan alat ukur yang telah terkalibrasi dengan baik.



Gambar 1. Rangkaian pengujian *conducted emission mains terminal disturbance voltage*

III. PEMBAHASAN

Hasil pengambilan data pengukuran tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*) yang dihasilkan oleh lampu hemat energi dilakukan terhadap beberapa merk lampu yang beredar di Indonesia, pengukuran dilakukan dalam kondisi suhu ruang yang dikontrol. Adapun

variabel atau besaran yang diukur meliputi frekuensi quasipeak, nilai quasipeak dan margin quasipeak. Hasil pengukuran pada LHE kelompok 1 diperlihatkan pada tabel 3, 4 dan 5, Sedangkan hasil pengukuran LHE kelompok 2 diperlihatkan pada tabel 6, 7 dan 8 berikut ini :

TABEL 3. HASIL PENGUKURAN EMISI KONDUKSI (*MAINS TERMINAL*) SAMPEL A1, A2 DAN A3

A ₁				A ₂				A ₃			
Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)
0,152250	65,88	85,63	-19,75	0,156750	65,63	88,11	-22,48	0,155250	65,88	92,58	-31,55
0,183750	64,31	84,91	-20,60	0,219750	62,83	85,40	-22,57	0,192750	63,92	95,47	-31,55
0,244500	61,94	82,02	-20,08	0,282750	60,73	81,27	-20,54	0,269250	61,14	90,62	-29,48
0,276000	60,94	80,01	-19,07	0,314250	59,86	77,84	-17,98	0,307500	60,04	86,44	-26,40
0,337650	59,28	78,78	-19,50	0,345750	59,06	75,03	-15,97	0,384000	58,19	87,11	-28,92
0,370500	58,49	77,14	-18,65	0,377250	58,34	78,50	-20,16	0,460500	56,68	84,79	-28,11
0,429000	57,27	76,23	-18,96	0,440250	57,06	76,99	-19,93	0,498750	56,02	79,68	-23,66
0,462750	56,64	73,90	-17,26	0,503250	56,00	73,68	-17,68	0,575250	56,00	81,51	-25,51
0,521250	56,00	73,51	-17,51	0,597750	56,00	73,16	-17,16	0,651750	56,00	80,26	-24,26
0,613500	56,00	71,38	-15,38	0,660750	56,00	71,93	-15,93	0,766500	56,00	75,75	-19,75
Max		85,63	-15,38	Max		88,11	-15,93	Max		95,47	-19,75
Min		71,38	-20,60	Min		71,93	-22,57	Min		75,75	-31,55
Rata-rata		77,00	-18,24	Rata-rata		76,84	-18,39	Rata-rata		83,74	-25,74

TABEL 4. HASIL PENGUKURAN EMISI KONDUKSI (*MAINS TERMINALS*) SAMPEL A₄, A₅ DAN A₆

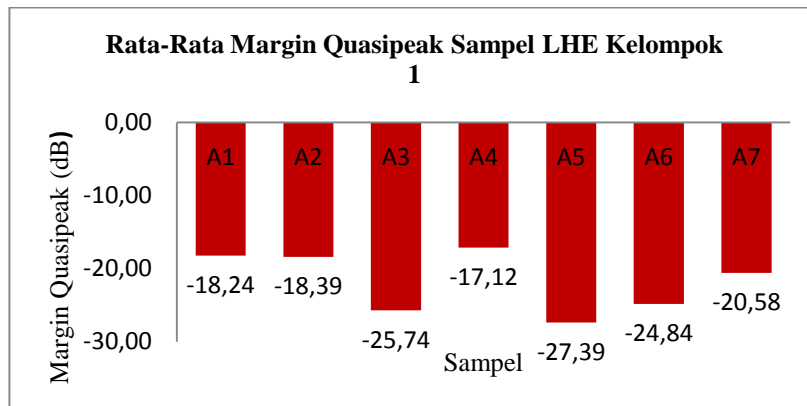
A ₄				A ₅				A ₆			
Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)
0,150000	66,00	87,21	-21,21	0,172500	64,84	89,83	-24,99	0,152250	65,88	96,09	-30,21
0,210750	63,18	80,55	-17,37	0,199500	63,63	92,61	-28,98	0,183750	64,31	88,20	-23,89
0,240000	62,10	82,10	-20,00	0,228750	62,49	92,79	-30,30	0,215250	63,00	90,55	-27,55
0,300750	60,22	78,63	-18,41	0,285000	60,67	90,69	-30,02	0,244500	61,94	87,73	-25,79
0,359250	58,75	71,84	-13,09	0,314250	59,86	86,20	-26,34	0,276000	60,94	81,78	-20,84
0,390750	58,05	76,99	-18,94	0,370500	58,49	87,24	-28,75	0,305250	60,10	86,49	-26,39
0,449250	56,89	75,09	-18,20	0,429000	57,27	89,96	-32,69	0,366000	58,59	81,74	-23,15
0,496500	56,06	75,15	-19,09	0,456000	56,77	80,62	-23,85	0,397500	57,91	82,87	-24,96
0,541500	56,00	71,31	-15,31	0,514500	56,00	83,46	-27,46	0,485250	56,72	82,72	-26,00
0,600000	56,00	69,83	-13,83	0,600000	56,00	76,88	-20,88	0,519000	56,00	78,71	-22,71
Max		87,21	-13,09	Max		92,79	-20,88	Max		96,09	-20,84
Min		69,83	-21,21	Min		76,88	-32,69	Min		78,71	-30,21
Rata-rata		75,80	-17,12	Rata-rata		85,75	-27,39	Rata-rata		84,74	-24,84

TABEL 5. HASIL PENGUKURAN EMISI KONDUKSI (*MAINS TERMINALS*) SAMPEL A₇

A ₇			
Frekuensi (MHz)	Limit (dBµV)	Quasipeak (dBµV)	Margin (dB)
0,190500	64,01	88,99	-24,98
0,228750	62,49	87,55	-25,06
0,305250	60,10	83,63	-23,53
0,343500	59,12	83,12	-24,00
0,417750	57,49	77,87	-20,38
0,456000	56,77	76,75	-19,98
0,532500	56,00	75,20	-19,20
0,570750	56,00	74,86	-18,86
0,647250	56,00	75,39	-19,39
0,762000	56,00	73,69	-17,69
Max		88,99	-17,69
Min		73,69	-25,06
Rata-rata		78,32	-20,58

Pada hasil pengukuran emisi konduksi (*mains terminal disturbance voltage*) pada LHE kelompok 1 (harga < 10.000), nilai pengukuran quasipeak pada ketujuh sampel ternyata melebihi nilai limit yang diijinkan pada CISPR 15. LHE pada kelompok 1 tidak memenuhi persyaratan uji emisi konduksi pada pengujian tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*) yang ada pada CISPR 15. Emisi konduksi tegangan gangguan terminal utamapada LHE kelompok 1 terdapat pada frekuensi 150 – 800 kHz. Pada sampel LHE A₁ nilai pengukuran quasipeak tertinggi adalah

85,63 dB μ V, lampu A₂ adalah 88,11 dB μ V, lampu A₃ adalah 95,47 dB μ V, lampu A₄ adalah 87,21 dB μ V, lampu A₅ adalah 92,79 dB μ V, lampu A₆ adalah 96,09 dB μ V dan lampu A₇ adalah 88,99 dB μ V. Sedangkan nilai margin antara quasipeak dan limit terendah terdapat pada LHE A₅ yaitu sebesar -32,69 dB μ V dan margin tertinggi terdapat pada LHE B₄ yaitu -13,09 dB μ V. Dari pengukuran emisi konduksi tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*) nilai quasipeak tertinggi berada di frekuensi 150 –200 kHz.



Gambar 2. Margin *quasipeak* pada sampel LHE kelompok 1

Pada gambar 2, dapat dilihat hasil perbandingan uji emisi konduksi (*mains terminal disturbance voltage*) pada kelompok 1. Nilai rata-rata margin pada LHE kelompok 1 bernilai minus (-) karena nilai pengukurannya melebihi nilai limit yang digunakan pada CISPR 15. Rata-rata margin quasipeak

tertinggi terdapat pada sampel A₄ yaitu sebesar -17,12 dB μ V dan rata-rata margin quasipeak terendah terdapat pada LHE A₅ yaitu -27,39 dB μ V.

TABEL 6. HASIL PENGUKURAN EMISI KONDUKSI (*MAINS TERMINALS*) SAMPEL B₁, B₂ DAN B₃

B ₁				B ₂				B ₃			
Frekuensi (MHz)	Limit (dB μ V)	Quasipeak (dB μ V)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dB μ V)	Quasipeak (dB μ V)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dB μ V)	Quasipeak (dB μ V)	Margin (dB)
0,097350	83,94	54,15	29,79	0,150000	66,00	93,59	-27,59	0,183750	64,31	85,64	-21,33
0,150000	66,00	63,07	2,93	0,197250	63,73	88,24	-24,51	0,228750	62,49	88,57	-26,08
0,206250	63,35	49,89	13,46	0,249000	61,79	90,52	-28,73	0,231000	62,41	87,32	-24,91
0,242250	62,02	49,34	12,68	0,345750	59,06	85,73	-26,67	0,280500	60,80	78,65	-17,85
0,291750	60,47	44,36	16,11	0,397500	57,91	82,69	-24,78	0,321000	59,68	81,61	-21,93
0,390750	58,05	31,46	26,59	0,496500	56,06	81,03	-24,97	0,368250	58,54	79,38	-20,84
0,438000	57,10	34,00	23,10	0,591000	56,00	77,21	-21,21	0,458250	56,72	77,56	-20,84
0,487500	56,21	28,36	27,85	0,647250	56,00	76,66	-20,66	0,548250	56,00	72,61	-16,61
0,584250	56,00	30,74	25,26	0,744000	56,00	75,68	-19,68	0,595500	56,00	74,17	-18,17
0,681000	56,00	18,75	37,25	0,838500	56,00	72,36	-16,36	0,683250	56,00	72,82	-16,82
Max		63,07	37,25	Max		93,59	-16,36	Max		88,57	-16,61
Min		18,75	2,93	Min		72,36	-28,73	Min		72,61	-26,08
Rata-rata		36,87	22,25	Rata-rata		80,78	-22,82	Rata-rata		78,53	-20,07

TABEL 7. HASIL PENGUKURAN EMISI KONDUKSI (MAINS TERMINALS) SAMPEL B₄, B₅ DAN B₆

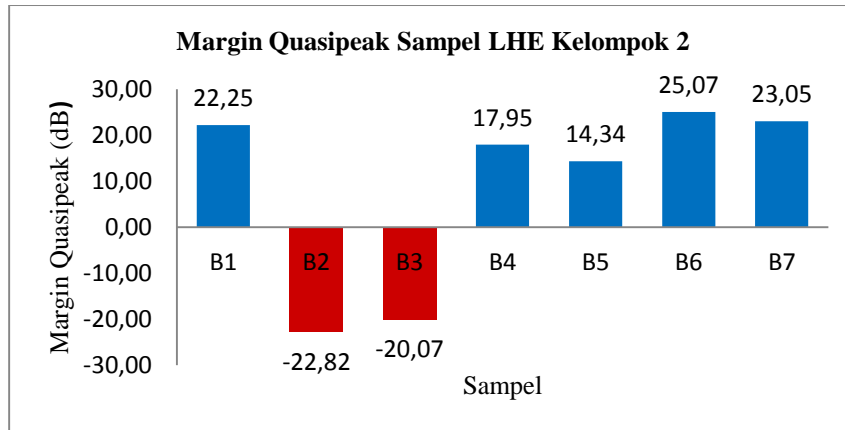
B ₄				B ₅				B ₆			
Frekuensi (MHz)	Limit (dBμV)	Quasipeak (dBμV)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dBμV)	Quasipeak (dBμV)	Margin (dB)	Frekuensi (MHz)	Limit (dBμV)	Quasipeak (dBμV)	Margin (dB)
0,312000	59,92	37,44	22,48	0,323250	59,62	48,23	11,39	0,152250	65,88	48,45	17,43
0,390750	58,05	36,58	21,47	0,402000	57,81	46,24	11,57	0,204000	63,45	45,75	17,70
0,469500	56,52	37,15	19,37	0,483000	56,29	44,81	11,48	0,305250	60,10	38,58	21,52
0,519000	56,00	44,74	11,26	0,523500	56,00	42,59	13,41	0,379500	58,29	40,39	17,90
0,546000	56,00	34,40	21,60	0,564000	56,00	46,23	9,77	0,406500	57,72	33,00	24,72
0,624750	56,00	37,08	18,92	0,642750	56,00	40,58	15,42	0,458250	56,72	32,59	24,13
0,701250	56,00	32,85	23,15	0,683250	56,00	38,07	17,93	0,507750	56,00	29,13	26,87
0,782250	56,00	39,57	16,43	0,723750	56,00	40,52	15,48	0,609000	56,00	29,12	26,88
0,858750	56,00	40,39	15,61	0,804750	56,00	39,65	16,35	0,712500	56,00	24,23	31,77
0,937500	56,00	37,29	18,71	0,885750	56,00	40,14	15,86	0,813750	56,00	28,26	27,74
Max		44,74	23,15	Max		48,23	17,93	Max		48,45	31,77
Min		32,85	11,26	Min		38,07	9,77	Min		24,23	17,43
Rata-rata		38,11	17,95	Rata-rata		41,89	14,34	Rata-rata		32,80	25,07

TABEL 8. HASIL PENGUKURAN EMISI KONDUKSI (MAINS TERMINALS) SAMPEL B₇

B ₇			
Frekuensi (MHz)	Limit (dBμV)	Quasipeak (dBμV)	Margin (dB)
0,170250	64,95	51,05	13,90
0,208250	63,26	50,28	12,98
0,258000	61,50	40,38	21,12
0,282750	60,73	39,16	21,57
0,334500	59,34	36,10	23,24
0,404250	57,77	35,13	22,64
0,444750	56,97	34,75	22,22
0,606750	56,00	34,53	21,47
1,077000	56,00	25,56	30,44
1,164750	56,00	31,61	24,39
Max		51,05	30,44
Min		25,56	12,98
Rata-rata		35,38	23,05

Pada hasil pengukuran emisi konduksi (*mains terminal disturbance voltage*) pada LHE kelompok 2 (harga < 10.000), dari nilai pengukuran quasipeak pada ketujuh lampu dapat diketahui bahwa ada lima (5) lampu yang memenuhi standart sesuai dengan CISPR 15 dan dua (2) lampu yang tidak memenuhi standart karena margin quasipeaknya melebihi nilai limit yang diijinkan pada CISPR 15. Emisi konduksi tegangan gangguan terminal utama pada LHE kelompok 2 terdapat pada frekuensi 150 – 1,2 MHz. Pada sampel LHE B₁ nilai pengukuran quasipeak tertinggi adalah 63,07dBμV, lampu B₂ adalah 93,59 dBμV, lampu B₃ adalah 88,57dBμV, lampu B₄

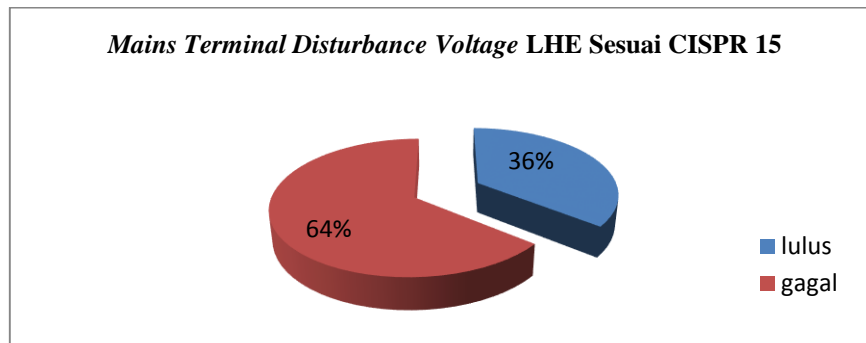
adalah 44,74 dBμV, lampu B₅ adalah 48,23 dBμV, lampu B₆ adalah 48,45 dBμV dan lampu B₇ adalah 51,05 dBμV. Sedangkan nilai margin antara quasipeak dan limit terendah terdapat pada LHE B₂ yaitu sebesar -28,73 dBμV dan margin tertinggi terdapat pada LHE B₁ sebesar 37,25 dBμV. Dari pengukuran emisi konduksi tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*) nilai quasipeak tertinggi berada di frekuensi 90 – 600 kHz.



Gambar 3. Margin *quasipeak* pada sampel LHE kelompok 2

Pada gambar 2, dapat dilihat hasil perbandingan uji emisi konduksi (*mains terminal disturbance voltage*) pada kelompok 2. Nilai rata-rata margin pada LHE kelompok 2, pada LHE B₁, B₄, B₅, B₆ dan B₇ margin *quasipeak*nya bernilai positif (+) sedangkan pada LHE B₂ dan B₃ margin *quasipeak*nya bernilai

minus (-) karena nilai pengukuran *quasipeak*nya melebihi nilai limit yang digunakan pada CISPR 15. Rata-rata nilai margin *quasipeak* tertinggi terdapat pada sampel B₆ yaitu sebesar 25,07 dB μ V dan rata-rata margin *quasipeak* terendah terdapat pada LHE B₂ yaitu -22,82 dB μ V.



Gambar 4. Hasil uji lampu hemat energi

Dari diagram diatas dapat dilihat 64% LHE memiliki emisi konduksi tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*) yang melebihi batas yang diijinkan pada CISPR 15. Dari keseluruhan LHE yang gagal, tujuh (7) lampu berasal dari kelompok 1 dan dua (2) lampu dari kelompok 2. LHE yang lulus atau memenuhi standart CISPR 15 sebesar 36% dari keseluruhan LHE yang digunakan dalam pengujian.

Harga lampu hemat energi (LHE) berpengaruh terhadap emisi konduksi yang timbulkan oleh lampu tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Baristand Industri khususnya Laboratorium Elektronika dan Telematika yang menyediakan seluruh fasilitas pengujian EMC, khususnya untuk pengukuran nilai emisi.

IV. KESIMPULAN

Hasil pengukuran dari dua kelompok LHE, menunjukkan 64% LHE tidak memenuhi persyaratan pada CISPR 15 sedangkan 36% sisanya memenuhi persyaratan pada CISPR 15. Pada kelompok 1 (harga \leq Rp 10.000,-) semua LHE (100%) tidak memenuhi persyaratan uji emisi konduksi:tegangan gangguan terminal utama (*mains terminal disturbance voltage*). Pada kelompok 2 (harga $>$ Rp 10.000,-) terdapat 5 (lima) LHE yang memenuhi persyaratan dan ada 2 (dua) LHE yang tidak memenuhi persyaratan pada CISPR 15.

DAFTAR PUSTAKA

[1] C. Uyaisom, "Effect of Jumbo Compact Fluorescent Lamp on the Electrical Energy Saving and Harmonics Noise," *Procedia Eng.*, vol. 8, pp. 149–153, 2011.

[2] R. A. Jabbar, M. Al-Dabbagh, A. Muhammad, R. H. Khawaja, M. Akmal, and M. R. Arif, "Impact of compact fluorescent lamp on power quality," in *Proceedings of the Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC '08)*, 2008, pp. 1–5.

[3] L. Assaffat, "Analisa pejanan medan magnet pada lampu

- hemat energi,” in *Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi*, 2010, pp. 40–44.
- [4] A. Razikin, M. Siregar, J. Islami, and Syaifurrahman, “Kajian Pemanfaatan Ballast Elektronik Bekas Pada Lampu TL,” *J. ELKHA*, vol. 5, no. 1, pp. 10–14, 2013.
- [5] R. Rigo-Mariani, R. K. Rayudu, M. S. Witherden, and E. M. Lai, “Power quality indices of Compact Fluorescent Lamps for residential use — A New Zealand study,” in *TENCON 2010 - 2010 IEEE Region 10 Conference*, 2010, pp. 647–652.
- [6] Supriono and I Nyoman Wahyu Satiawan, “Peningkatan Kinerja Lampu TL (Fluorescent) pada Catu Daya dengan Regulasi Tegangan Buruk,” *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 59–66, 2005.
- [7] H. Y. Wang, A. V. Stankovic, D. Kachmarik, and L. Nerone, “A novel discrete dimming ballast for linear fluorescent lamps,” in *PESC Record - IEEE Annual Power Electronics Specialists Conference*, 2004, vol. 1, pp. 815–820.
- [8] S. A. Permana, “ANALISIS PENGGUNAAN BALLAST ELEKTRONIK UNTUK PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA BEBAN PENERANGAN,” *TRANSMISI*, vol. 2, no. 16, pp. 100–105, 2014.
- [9] P. Chiradeja, A. Ngaopitakkul, and C. Jettanasen, “Energy savings analysis and harmonics reduction for the electronic ballast of T5 fluorescent lamp in a building’s lighting system,” *Energy Build.*, vol. 97, pp. 107–117, 2015.
- [10] H. Guldner, K. Lehnert, F. Bohme, and F. Raiser, “Principles of electronic ballasts for fluorescent lamps-an overview,” *30th Annu. IEEE Power Electron. Spec. Conf. Rec. (Cat. No.99CH36321)*, vol. 1, no. c, 1999.
- [11] J. M. Alonso, “Electronic ballasts,” in *Power Electronics Handbook*, 2011, pp. 573–599.
- [12] K. . Mohamed, H. . Shareef, and A. . Mohamed, “An analysis of harmonic emission from compact fluorescent lamps,” *Int. Rev. Model. Simulations*, vol. 5, no. 1, pp. 278–284, 2012.
- [13] A. Gil-de-Castro, S. K. Rönnerberg, M. H. J. Bollen, and A. Moreno-Muñoz, “Study on harmonic emission of domestic equipment combined with different types of lighting,” *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 55, pp. 116–127, 2014.
- [14] S. Braun, “A novel time-domain EMI measurement system for measurement and evaluation of discontinuous disturbance according to CISPR 14 and CISPR 16,” *IEEE Int. Symp. Electromagn. Compat.*, pp. 480–483, 2011.
- [15] A. Background, “International Special Committee on Radio Interference (CISPR),” *CISPR/A/WG1(Ant-Cal/Camell-Johnk-Heirman)*, vol. 1, no. October, pp. 1–6, 2008.
- [16] K. Armstrong, “Guide to Testing Conducted Emissions (Based on the Methods in EN 55022 and EN 55011),” *In Compliance*, pp. 14–27, 2011.
- [17] S. E. Lapinsky and A. C. Easty, “Electromagnetic interference in critical care,” *J. Crit Care*, vol. 21, no. 3, pp. 267–270, 2006.
- [18] Y. Hiratomo, “照明機器のEMC規格,” in 電気学会産業応用部門大会, 2010, p. I 23-24.