

# Perbandingan Nilai Distorsi Harmonisa pada Tiga Buah Laptop yang Berbeda

**M. Fadlan Siregar, Jhoni Hidayat, Syamsul Bahri**

Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Tjut Nyak Dhien Medan

*fadlan\_52@yahoo.com ; hidayat.jhoni@gmail.com*

## Abstrak

Laptop atau komputer jinjing adalah komputer bergerak yang berukuran relatif kecil dan ringan. Sumber daya laptop berasal dari baterai atau adaptor AC yang dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai dan menyalakan laptop itu sendiri. Laptop merupakan salah satu perangkat elektronika penghasil harmonisa, harmonisa yang timbul dapat menyebabkan gelombang arus yang sinusoidal menjadi terdistorsi atau tidak sinusoidal. Harmonisa adalah gelombang yang terdistorsi secara periodik yang terjadi pada gelombang tegangan, arus, atau daya terdiri dari gelombang-gelombang sinus yang frekuensinya merupakan kelipatan bulat frekuensi sumber. Efek dari harmonisa yang ditimbulkan dapat menyebabkan panas yang berlebih pada perangkat elektronika yang dimilikinya, dari pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan tiga jenis beban (laptop) dengan merek berbeda pada laptop tersebut, harmonisa yang dihasilkan oleh laptop tidak sesuai dengan standar IEC, dengan harmonisa yang dihasilkan berbeda-beda, dimana THD mencapai 175 % dengan THDi yang beragam.

**Kata Kunci:** Laptop, Distorsi, Harmonisa, THD

## I. PENDAHULUAN

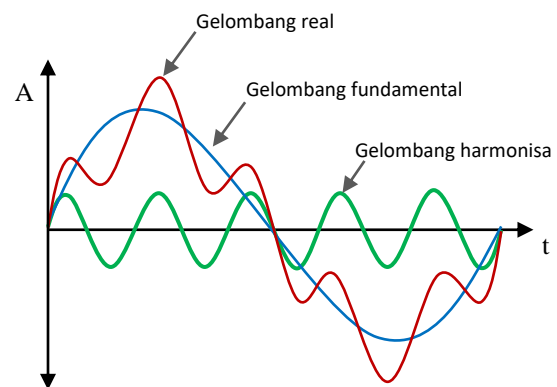
Peran harmonisa pada sistem tenaga listrik cukup besar, harmonisa yang ditimbulkan oleh beban non linier dapat mempengaruhi kinerja dari peralatan elektronika lainnya. Laptop merupakan salah satu yang menyebabkan timbulnya harmonisa yang mengakibatkan gelombang tidak sinusoidal

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pelanggan tenaga listrik di sektor domestik menggunakan beban yang bermacam-macam seiring dengan perkembangan dalam bidang kelistrikan. Penggunaan beban tidak linier seperti televisi, komputer, laptop, microwave, lampu-lampu fluorescent yang menggunakan ballast elektronik, motor-motor listrik terus berkembang, disisi lain beban linier mengakibatkan mutu daya listrik menjadi menurun dikarenakan harmonisa.

Harmonisa adalah distorsi periodik dari gelombang sinus tegangan, arus atau daya dengan bentuk gelombang yang frekuensinya merupakan kelipatan di luar bilangan satu terhadap frekuensi fundamental (frekuensi 50 Hz atau 60 Hz). Nilai frekuensi dari gelombang harmonisa yang terbentuk merupakan hasil kali antara frekuensi fundamental dengan bilangan harmonisanya ( $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ , dst). Bentuk gelombang yang terdistorsi merupakan penjumlahan dari gelombang fundamental dan gelombang harmonisa ( $h_1$ ,  $h_2$ , dan seterusnya) pada frekuensi kelipatannya. Semakin banyak gelombang harmonisa yang diikuti sertakan pada gelombang

fundamentalnya, maka gelombang akan semakin mendekati gelombang persegi atau gelombang akan berbentuk non sinusoidal. Bentuk gelombang arus maupun tegangan yang idealnya adalah sinusoidal murni akan menjadi cacat, seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Gelombang fundamental dan gelombang harmonisanya**

Parameter besarnya harmonisa dinyatakan dalam *Total Harmonic Distortion* (THD) yang dapat ditulis sebagai:

Untuk tegangan,

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1}$$

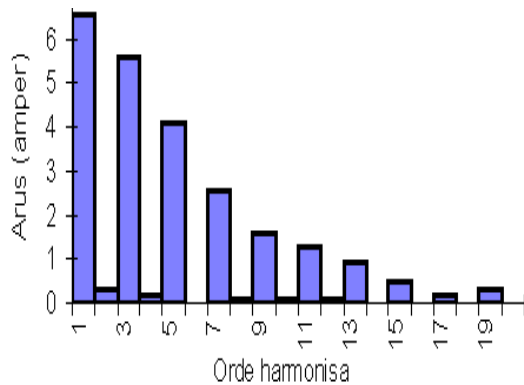
Untuk arus,

$$THD_I = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1}$$

Berdasarkan kesepakatan yang disepakati dunia internasional, THD yang diterima adalah apabila bernilai di bawah 5% dari tegangan atau arus fundamentalnya. Apabila di atas batas tersebut maka alat elektronik tersebut tidak boleh digunakan.

Efek harmonisa tidak dapat dihilangkan secara sepenuhnya, tetapi dapat dikurangi. Ada beberapa cara yang biasa digunakan dalam mengurangi harmonisa, yaitu dengan penggunaan filter pasif seperti pemasangan kapasitor, penambahan jumlah fasa, dan kompensasi atau injeksi harmonisa negatif.

Harmonisa berdasarkan dari urutan ordenya adalah harmonisa ke 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 dan seterusnya, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Urutan orde harmonisa

Distorsi harmonisa dapat menimbulkan efek yang berbeda-beda yang terhubung dengan jaringan listrik terutama karakteristik beban listrik itu sendiri. Secara umum pengaruh harmonisa pada peralatan tenaga listrik, nilai rms lebih besar dapat menyebabkan pemanasan yang lebih tinggi pada konduktor, transformator, ataupun komponen listrik lainnya. Pemanasan yang berlebihan dapat menurunkan daya tahan komponen sehingga bisa menyebabkan kerusakan apabila harmonisa yang timbul cukup besar.

Nilai puncak tegangan dan arus lebih besar, nilai puncak yang lebih besar dapat memperburuk daya tahan komponen, dan semakin besarnya tegangan jatuh karena kawat sering menerima tegangan puncak. Mengubah nilai frekwensi mempengaruhi impedansi kawat, dimana semakin tinggi frekwensi berarti semakin sering kawat menerima tegangan puncak sehingga semakin besar tegangan jatuh yang terjadi, *resonansi* dapat terjadi pada frekwensi tertentu dan dapat menyebabkan arus meningkat.

Teori yang dipakai untuk memahami gelombang harmonisa adalah deret fourier, dimana deret fourier dapat menunjukkan komponen genap dan komponen ganjil, dan persamaan umum dari *deret fourier* dapat ditulis dengan sistematis menggunakan persamaan berikut :

$$f(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( A_n \cos \left( \frac{2\pi n x}{T} \right) + B_n \sin \left( \frac{2\pi n x}{T} \right) \right)$$

$$A_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos \omega t dt$$

$$B_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin \omega t dt$$

Di mana : n adalah *indeks* harmonisa

Banyaknya aplikasi beban non linier pada sistem tenaga listrik membuat arus menjadi sangat terdistorsi dengan persentase harmonisa arus, Tingginya persentase kandungan harmonisa arus *Total Harmonic Distortion* atau disingkat dengan THD pada suatu sistem tenaga listrik dapat menyebabkan timbulnya beberapa persoalan, persoalan yang dapat ditimbulkan dari harmonisa berdampak sangat serius yang mana dampak terjadi serius pada sistem listrik, menimbulkan berbagai macam kerusakan pada peralatan listrik yang rentan dan menyebabkan penggunaan energi listrik tidak teratur.

### Pengukuran Harmonisa

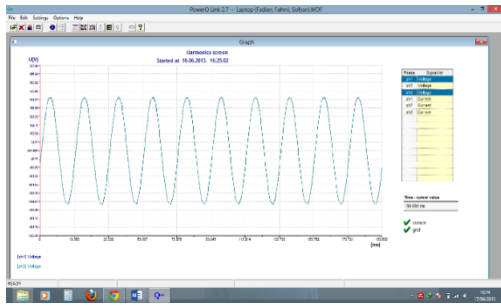
Pengukuran harmonisa pada 3 (tiga) buah laptop dilakukan dengan menggunakan sebuah alat yang bernama *Power Quality Analyzer*. Pengukuran dilakukan pada tiga jenis merek laptop berbeda dengan beban non linier. Alat ukur *Power Quality Analyzer* diperlihatkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Power Quality Analyzer

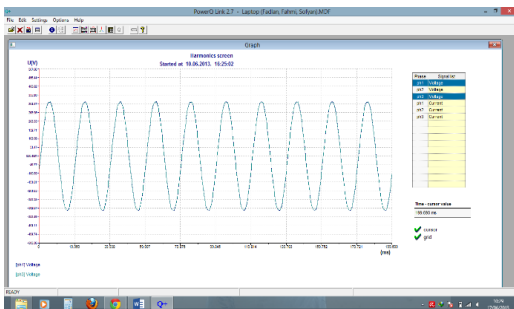
Jenis merek laptop yang digunakan adalah Toshiba, Lenovo dan Asus.

Dari pengukuran yang pertama didapat total harmonic distorsi arus yang dihasilkan dari merek T adalah sebesar 175 % seperti terlihat pada Gambar 4.



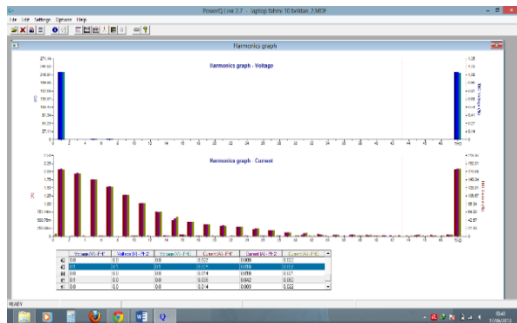
Gambar 4. THDi laptop merek Thosiba

Bentuk gelombang harmonisa yang dihasilkan tidak sinusoidal seperti terlihat pada Gambar 5.



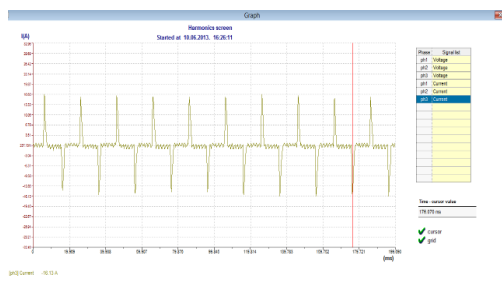
Gambar 5. Bentuk gelombang terdistorsi

Dari merek L total Harmonic Distorsi arus yang dihasilkan mencapai 170 % dimana harmonisa yang paling dominan dapat terlihat pada orde ke 3 yang menghasilkan harmonisa terbesar dari hasil pengukuran harmonisa yang ditimbulkan dapat dilihat seperti Gambar 6.



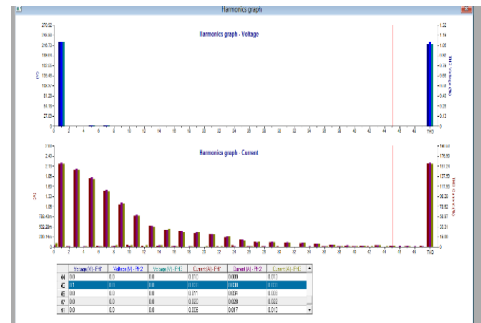
Gambar 6. THDi laptop merek Lenovo

Bentuk gelombang harmonisa yang dihasilkan pada laptop dengan merek L dapat dilihat pada Gambar 7.



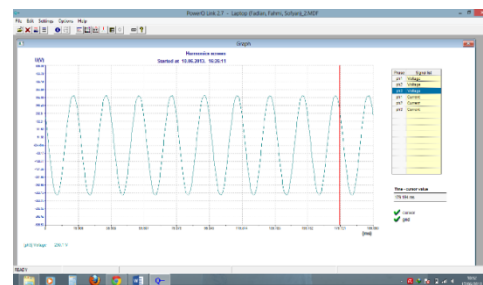
Gambar 7. THDv laptop merek B

Dari merek C total Harmonic Distorsi arus yang dihasilkan mencapai 154 %, dominan harmonisa yang dihasilkan pada orde ke – 3 seperti terlihat pada Gambar 8.



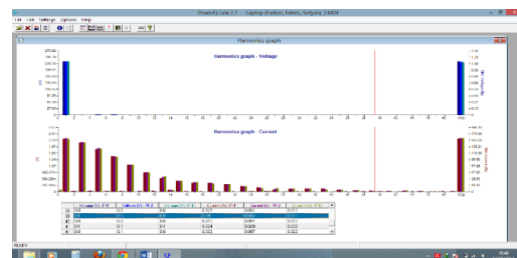
Gambar 8. THDi laptop merek Asus

Bentuk gelombang harmonisa yang dihasilkan pada laptop dengan merek T dapat dilihat pada Gambar 9.



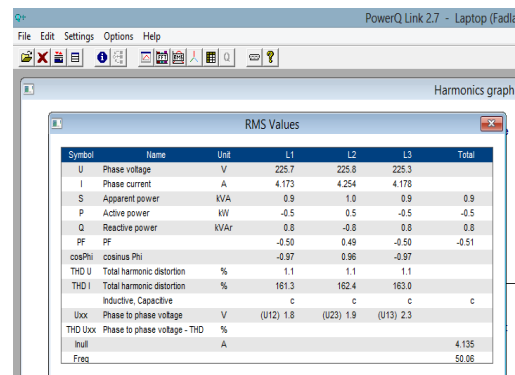
Gambar 9. THDv laptop merek Asus

Bentuk gelombang arus harmonisa dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. bentuk gelombang arus

Nilai dari RMS dapat dilihat pada Gambar 11 dan standrat dari IEC dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11. Nilai RMS

Standart IEC

	IEC 61000-3-2:1998 Edition 2.0	IEC 61000-3-2:2005 Edition 2.1	IEC 61000-3-2:2009 Edition 2.0
<b>Class D definition</b>	Special inverter-type (TWT or AODM)	TV, PC and PFC member (TS to AODM)	TV, PC and PFC member (TS to AODM)
<b>Measurement methods</b>	Steady and laboratory IEC 61000-4-15 (IEC 61000-4-15)	Transferable only 200V, 50 Hz (IEC 61000-4-15) (IEC 61000-4-15) (IEC 61000-4-15) See IEC 61000-4-15:2004	Transferable only 200V, 50 Hz (IEC 61000-4-15) (IEC 61000-4-15) (IEC 61000-4-15) See IEC 61000-4-15:2004
<b>Data evaluation</b>	Transfer only	All data must be recorded using the test order file	All data must be recorded using the test order file
<b>Power factor for individual harmonic</b>	Each order must >100% of base 10% of test time >100% permitted	Each order must >100% of base 10% of test time >100% permitted	Each order must >100% of base 10% of test time >100% permitted
<b>Class A mitigation</b>	No special provision	No special provision	>100% of test time of >100% for 10% of test time (AIE) Average 100% of test
<b>Data harmonics 01-20<sup>th</sup></b>	No special provision	Provision for PFC calculation permitting the category of some individual harmonics B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KK, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ	

Gambar 12. Standrat IEC

KESIMPULAN

1. Berdasarkan penelitian diperoleh data harmonisa dari ketiga laptop berbeda – beda.
2. Harmonisa yang dihasilkan terletak pada orde ke 3 dengan perbedaan dominan masing – masing merek.
3. Penggunaan tampilan layar yang semakin cerah dengan efek warna dapat menimbulkan efek harmonisa yang semakin tinggi.
4. Harmonisa yang paling tinggi dihasilkan dari merek T.
5. Penggunaan beban non liner yang semakin banyak dapat menimbulkan harmonisa yang besar pula dan dapat mengganggu kinerja dari peralatan elektronik yang sensitif lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arrilaga, Jos and Watson Neville. 2004, *Power system Harmonic*. Second Edition John Wiley & Sons, Ltd ISBN:0-470-85129-5.
- [2] Chang, G. W., Chu, S. Y., dan Wang, H. L., 2002, *A New Approach For Placement Of Single-Tuned Passive Harmonic Filters In A Power System*, IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, vol. 2, pp. 814-817.
- [3] D.A. Gonzalez and J.C. Mac Call. 1987. *Design of filter to reduce harmonic distortion in industrial power systems*. IEEE Trans. Ind. Applicat. 1A-23 : 504-511.
- [4] Haroon Farooq, Chengke Zhou, Malcolm Allan, Mohamed Emad Farrag, R.A. Khan, M. Junaid. 2011, *Investigating the Power Quality of an Electrical Distribution System Stressed by Non-Linear Domestic Appliances*. *International Conference on Renewable Energies and Power Quality [ICRE PQ'11]* Las Palmas de Gran Canaria (Spain). [13<sup>th</sup> - 15<sup>th</sup> April.
- [5] Rice David. E., 1986, *Adjustable Speed Drive and Power Rectifier Harmonic Their Effect on Power Systems Component*. IEEE Trans. Ind. Applicat. 1A-22 : 161-177.