

# Pengaruh Sumber Tegangan Terhadap Suhu Belitan Motor Induksi Kipas Angin

*The Effect Of Voltage Source On Winding Temperature Of Electric Fan*

Agung Yanuar Wirapraja

Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya

Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

agungyanuar1945@gmail.com

**Abstrak**—Penggunaan motor induksi sebagai penggerak utama produk-produk elektronika rumah tangga, berdampak pada perhatian tingkat keselamatan konsumen. Kenaikan suhu belitan motor perlu diperhitungkan guna memastikan tingkat keselamatan yang tinggi bagi konsumen. Metode yang digunakan didalam pengukuran suhu belitan motor adalah metode resistansi dan termokopel tipe K. Penggunaan perubahan sumber tegangan dari 150 volt sampai dengan 240 volt akan berpengaruh terhadap suhu belitan motor. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah membandingkan hasil pengukuran metode resistansi dengan metode termokopel tipe K untuk mengukur kenaikan suhu belitan motor. Penggunaan metode resistansi dalam pengukuran suhu belitan motor memiliki nilai yang cenderung tidak stabil jika dibandingkan dengan metode thermokopel tipe K dalam pengukuran selama 30 menit. Terdapat perbedaan hasil pengukuran suhu belitan motor dengan metode resistansi dan thermokopel tipe K, selisih tertinggi mencapai  $\pm 34^{\circ}\text{K}$ , dan selisih terendah adalah  $\pm 10^{\circ}\text{K}$ .

**Kata kunci :** motor induksi, belitan motor, resistansi, termokopel

## ABSTRACT

**Abstract**—The use of an induction motor as a prime mover product household electronics, impact on the safety level of attention of consumers. The increase in the motor winding temperature needs to be taken into account to ensure a high level of safety for consumers. The method used in the motor winding temperature measurement is a method of resistance and thermocouple type K. The use of source changes the voltage from 150 volts to 240 volts will affect the motor winding temperature. The aim of this research was to compare the results of the resistance measurement method by method K type thermocouple to measure the motor winding temperature rise. The use of methods of resistance in the motor winding temperature measurement has a value which tends to be unstable when compared with K-type thermocouple method of measuring for 30 minutes. There are differences in the motor winding temperature measurement results with the methods of resistance and thermocouple type K, the highest difference is  $\pm 34^{\circ}\text{K}$ , and the lowest difference is  $\pm 10^{\circ}\text{K}$ .

**Key Words :** Induction motor, motor winding, resistance, thermocouple

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik memegang peranan penting dan kebutuhannya meningkat dalam menunjang pembangunan di Indonesia. Sebaliknya energi yang tersedia sangat terbatas, maka dibutuhkan efisiensi

penggunaan energi pada semua sistem yang membutuhkan energi listrik. Seiring dengan kebutuhan energi listrik saat ini, banyak jenis produk-produk elektronika rumah tangga yang dibuat oleh pabrik. Salah satu produk elektronika yang banyak digunakan adalah kipas angin, kipas angin banyak digunakan oleh masyarakat karena suhu panas di Indonesia yang sangat tinggi. Selain harganya yang terjangkau dibandingkan dengan *Air Conditioner* (AC), pemeliharaan kipas angin lebih mudah dibandingkan dengan AC. Pada kenyataan lain tegangan sumber yang di supplai oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) berfluktuasi sehingga akan berpengaruh dengan karakteristik motor pada kipas angin tersebut. Banyak wilayah di Indonesia, khususnya di pedesaan atau daerah pedalaman yang mengalami fluktuasi tegangan supplai. Penggunaan energi listrik di Indonesia dibagi menjadi dua yaitu waktu beban puncak dan luar waktu beban puncak. Saat konsumen pemakai listrik waktu di luar waktu beban puncak banyak keuntungan yaitu tegangan sumber cenderung tinggi atau sesuai dengan tegangan kerja, biaya murah sebab pemakai listrik cenderung sedikit pada siang hari. Untuk beban puncak terjadi pada malam hari, saat pengguna listrik lebih banyak sehingga terkadang terjadi penurunan tegangan. Perubahan tegangan atau sering disebut *Drop Tegangan* (*Voltage Drop*) adalah salah satu bentuk gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik [1]. Akibat terjadinya penurunan tegangan maka tegangan yang diterima oleh pelanggan dari PLN tidak selalu nominal sebesar 220V.

Saat ini penggunaan motor induksi lebih banyak diaplikasikan dibandingkan motor listrik arus searah, karena karakteristik motor induksi lebih ekonomis dan handal dalam pengoperasiannya [8]. Faktor lainnya adalah pemeliharaan motor induksi juga relatif lebih mudah dibanding motor arus searah. Pengendalian motor induksi dapat dilakukan secara konvensional dengan menggunakan piranti utama magnetik kontaktor. Pengendalian secara konvensional ini dapat menghasilkan unjuk kerja yang sangat terbatas, yaitu sumber tegangan dan kecepatan putaran motor harus sesuai dengan kapasitasnya[1][2].

Pemanfaatan motor induksi banyak ditemukan pada produk-produk elektronika rumah tangga, seperti pada kipas angin, pompa air, pendingin ruangan dan lain lain. Ketika motor induksi difungsikan sebagai penggerak maka akan timbul panas pada belitan motor karena energi yang diberikan pada motor tidak hanya dirubah menjadi energi gerak tetapi juga ada sebagian energi yaitu sekitar 10-20% di disipasi menjadi panas yang dikenal dengan rugi-rugi motor [3].Timbulnya panas yang terjadi pada peralatan-peralatan rumah tangga yang memakai motor induksi berpengaruh pada keselamatan pengguna produk tersebut. Maka perlu adanya pemastian tingkat panas yang ditimbulkan oleh belitan motor sehingga panas yang ditimbulkan oleh motor tidak menimbulkan bahaya pada saat penggunaan produk tersebut. Pemastian ini dengan melakukan

pengukuran panas pada belitan motor kemudian dibandingkan dengan batas panas yang masih diperbolehkan pada standar yang ada (SNI IEC 6335-1 : 2009) [7]. Pengukuran suhu yang akurat dan presisi sangat dibutuhkan dalam pemastian tingkat panas yang terpercaya. Keakuratan dan kepresisian dalam pengukuran suhu dipengaruhi oleh peralatan yang digunakan, metode uji dan kemampuan dari personil. Banyak sekali metode yang dikembangkan didalam pengukuran suhu. Umumnya metode termokopel banyak digunakan dalam aplikasi sehari-hari dibidang industri dan laboratorium pengujian, namun ketika pengukuran suhu pada belitan motor induksi banyak sekali kendala yang dihadapi dan hal itu sangat mempengaruhi hasil dari pengukuran antara lain [3][9]:

1. Kesulitan penempatan termokopel dalam belitan motor induksi.
2. Kemungkinan besar saat pengukuran termokopel lepas dari belitan sehingga suhu yang diukur kurang mencerminkan dari obyek yang diukur
3. Pemasangan termokopel pada belitan motor harus membuka bodi motor, sehingga ketika bodi motor dipasang kembali ada kemungkinan posisi poros pada bearing agak bergeser sehingga menimbulkan gesekan mekanis.

Dengan adanya kendala-kendala saat melakukan pengukuran suhu belitan motor induksi dengan metode termokopel, maka perlu dikembangkan penggunaan metode lain yang lebih praktis namun tetap akurat didalam melakukan pengukuran suhu pada belitan motor induksi. Sehingga kegiatan didalam pemastian dapat berjalan dengan baik.

Pada penelitian sebelumnya telah dibahas pengukuran belitan motor menggunakan metode resistansi menggunakan fluke tipe 87V dengan tegangan suplai sesuai dengan penandaan [1][2]. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah membandingkan hasil pengukuran suhu belitan motor induksi dengan menggunakan metode resistansi dan metode termokopel tipe K untuk mengukur kenaikan suhu belitan dengan menggunakan variasi tegangan suplai. Agar dapat diketahui karakteristik dari suhu belitan motor dengan menggunakan metode resistansi dan thermokopel tipe K selama 30 menit pengukuran.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan peralatan uji

Metode pengujian mengacu pada SNI IEC 60335-1:2009 dan SNI IEC 60335-2-80:2009 [7]. Sampel uji yang digunakan adalah kipas angin dengan catu daya bolak balik (AC). Penelitian ini menggunakan kipas angin yang beredar dipasaran, jumlah sampel yang digunakan adalah 5 buah kipas angin yang berbeda merk. Spesifikasi kipas angin yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan Tabel 1:

TABEL 1. SPESIFIKASI BAHAN UJI

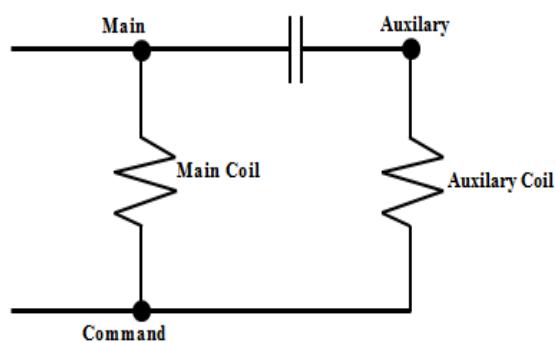
Jenis	Spesifikasi
Produk A Kipas angin Tornado fan	Tegangan : 220 Volt ~ Daya : 60 Watt Frekuensi : 50Hz Jenis Belitan : Tembaga
Produk B Kipas angin Desk fan	Tegangan : 220 Volt ~ Daya : 50 Watt Frekuensi : 50 Hz Jenis Belitan : Tembaga

Jenis	Spesifikasi
Produk C Kipas angin Stand fan	Tegangan : 220 Volt ~ Daya : 65 Watt Frekuensi : 50 Hz Jenis Belitan : Tembaga
Produk D Kipas angin Box fan	Tegangan : 220 Volt ~ Daya : 45 Watt Frekuensi : 50 Hz Jenis Belitan : Tembaga
Produk E Kipas angin Box fan	Tegangan : 220 – 240 Volt ~ Daya : ≤50 Watt Frekuensi : 50 Hz Jenis Belitan : Tembaga

Pengambilan data dilakukan pada ruangan dengan suhu 40°C dengan nilai toleransinya ± 2°C dan tanpa gerakan udara (*draught-proof*). Kipas angin dikondisikan pada ruangan dengan suhu 40° ± 2°C selama ±15 menit. Pengukuran resistansi dan suhu belitan kipas angin dilakukan pada kecepatan tertinggi kipas angin dan setelah kipas angin mencapai kondisi stabil, pengukuran dilakukan dalam waktu 30 menit. Selain itu, untuk proses pengukuran digunakan Multimeter FLUKE 87 V, Hybrid HIOKI LRB402-20, Power Hitester HIOKI 3331 dan untuk menjaga kestabilan tegangan, digunakan power source EXTECH 6600. Penelitian dilakukan di Baristand Industri Surabaya, dengan menggunakan alat ukur yang telah terkalibrasi dengan baik.

### B. Metode Pengukuran Resistansi Belitan

Penelitian ini menggunakan variasi sumber tegangan dengan nilai 150 Volt, 160 Volt, 170 Volt, 180 Volt, 190 Volt, 200 Volt, 210 Volt, 220 Volt, 230 Volt, dan 240 Volt dengan nilai toleransinya ±1 Volt [6]. Kemudian parameter yang diukur pada setiap pengkondisian adalah nilai resistansi belitan dan suhu pada belitan kipas angin. Pengambilan data dari setiap sampel uji adalah 1 (satu) kali dalam setiap pengujinya. Pengukuran kenaikan suhu belitan motor pada produk kipas angin, diawali dengan mengidentifikasi jenis motor induksi dan tipe kumparan yang dipakai [4]. Pada penelitian ini, produk kipas angin sebagai bahan uji memiliki rangkaian seperti pada Gambar 1, motor memiliki 2 belitan yaitu belitan utama dan belitan bantu (sekunder) yang dihubungkan dengan kapasitor *running* [4][5].



Gambar 1. Diagram Kelistrikan Motor Induksi Kipas Angin

Sebelum memulai pengujian akan dilakukan pengambilan data awal Resistansi belitan main dan belitan auxiliry dengan menggunakan *multimeter fluke87V*. Setelah dilakukan penyalaan atau penggunaan normal selama 30 menit kemudian dilakukan pencabutan

pada kabel suplai kipas angin sampai baling-baling kipas angin berhenti. Pengukuran kenaikan suhu belitan dengan metode resistansi dapat dimulai ketika baling-baling kipas angin berhenti berputar dan proses pengukuran dilakukan selama 1 menit pada bagian main (belitan primer) dan auxilary (belitan sekunder).

Setelah mendapatkan nilai resistansi dari belitan main dan auxilary motor induksi, maka akan didapatkan nilai kenaikan suhu belitan motor dengan menggunakan persamaan berikut:<sup>1</sup>

$$\Delta t = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \left( k + t_1 \right) - \left( t_2 - t_1 \right) \quad (1)$$

Dengan :

$\Delta t$  : Kenaikan temperatur belitan

$R_1$  : nilai resistansi belitan saat awal tes

$R_2$  : nilai resistansi belitan saat akhir tes

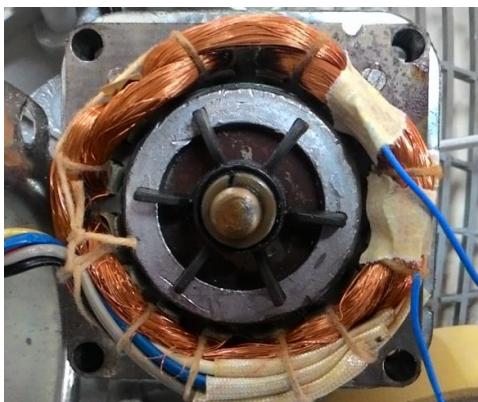
$k$  : konstanta  $k$

$t_1$  : temperatur ruangan atau sekitar saat awal tes ( $40^{\circ}\text{C}$ )

$t_2$  : temperatur ruangan atau sekitar saat akhir tes ( $41^{\circ}\text{C}$ )

### C. Metoda Pengukuran Suhu Belitan

Seperti metoda pengukuran resistansi belitan, pengukuran suhu belitan ini menggunakan variasi sumber tegangan dengan nilai 150 Volt, 160 Volt, 170 Volt, 180 Volt, 190 Volt, 200 Volt, 210 Volt, 220 Volt, 230 Volt, dan 240 Volt dengan nilai toleransinya  $\pm 1$  Volt [6]. Pengambilan data dari setiap sampel uji adalah 1 (satu) kali dalam setiap pengujinya. Pengukuran kenaikan suhu pada belitan motor menggunakan Thermokopel type K dan pembacaan suhu menggunakan HIOKI LRB402-20 yang telah dikalibrasi. Thermokopel dipasang pada belitan primer (main) dan sekunder (auxilary) motor kipas angin, seperti pada Gambar 2. Pengukuran dilakukan selama 30 menit untuk setiap variasi tegangan yang digunakan.



Gambar 2. Pemasangan thermokopel pada belitan motor kipas angin

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan terhadap bahan uji kipas angin, pengukuran dilakukan dalam kondisi suhu ruang yang dikontrol. Adapun variabel atau besaran yang diukur meliputi :

- Daya
- Suhu belitan dengan metoda resistansi belitan motor
- Suhu belitan dengan metoda thermokopel

TABEL 2. HASIL PENGUKURAN DAYA

Volt	Kipas angin
------	-------------

	A	B	C	D	E
150	24,20	25,27	28,57	20,32	19,10
160	27,05	27,67	32,15	22,99	21,71
170	30,15	30,47	36,84	25,76	23,74
180	33,73	32,88	40,17	28,63	26,74
190	37,03	36,22	44,17	31,18	26,27
200	40,51	39,30	48,30	33,89	29,20
210	44,48	42,84	52,45	36,90	32,06
220	48,54	47,25	56,92	40,01	34,76
230	52,78	51,54	61,33	43,48	40,65
240	57,31	56,07	65,44	46,74	44,13

Terlihat pada Tabel 2, pada penggunaan tegangan sebesar 150 Volt produk (E) memiliki daya input terkecil yaitu 19,10 Watt dan daya input terbesar terdapat pada produk (C) sebesar 28,57 Watt. Pada produk (A), (B) dan (C) terjadi kenaikan daya input yang relatif stabil sebesar 3 – 4 Watt untuk setiap kenaikan tegangan sebesar 10 Volt. Pada produk (D) kenaikan daya input untuk setiap 10 Volt kenaikan tegangan suplai nya lebih kecil dibanding produk yang lain, kenaikan daya input produk (D) adalah 2 – 3 Watt. Sedangkan pada produk (E) terdapat kenaikan daya input yang besar diantara tegangan suplai 220 Volt dan 230 Volt, dimana pada kedua tegangan tersebut terdapat kenaikan daya sebesar 5,89 Watt.

TABEL 3. PERBANDINGAN DAYA PENGENAL DAN DAYA UKUR

Kipas angin	Tegangan Pengenal (Volt)	Daya Pengenal (Watt)	Daya Terukur (Watt)
A	220	60	48,54
B	220	50	47,25
C	220	65	56,92
D	220	45	40,01
E	220 – 240	50	40,65

Pada Tabel 3 dapat dilihat, Produk (C) tipe *stand fan* memiliki daya *input* terbesar yaitu 56,92 Watt dan produk (D) tipe *box fan* memiliki daya *input* terkecil yaitu 40,01 Watt. Selisih antara daya pengenal dan daya terukur terkecil terdapat pada produk (B) dan selesih terbesar terdapat pada produk (A). Selisih daya pengenal dan terukur pada produk (B) adalah 5,5% sedangkan pada produk (A) terdapat selisih sebesar 19,1%. Seluruh produk kipas angin dinyatakan lulus uji kenaikan daya karena daya hasil pengukuran lebih rendah dibandingkan daya penandaan, sesuai dengan SNI IEC 60335-1:2009 dan SNI IEC 60335-2-80:2009.

TABEL 4. HASIL PENGUKURAN SUHU BELITAN MOTOR PRODUK A DENGAN ETODE RESISTENSI

Volt	RA <sub>1</sub> (Ω)	RA <sub>2</sub> (Ω)	RM <sub>1</sub> (Ω)	RM <sub>2</sub> (Ω)	Δt <sub>A</sub> (K)	Δt <sub>M</sub> (K)
150	615,3	677,9	408,7	448,1	26,93	25,46
160	619,5	682,1	411,0	451,1	26,74	25,78
170	620,2	684,1	411,4	452,2	27,28	26,22
180	606,2	688,6	402,5	455,1	36,31	34,87
190	615,0	697,4	408,1	460,3	35,78	34,11
200	617,3	702,0	409,4	463,8	36,66	35,47
210	614,1	709,8	407,7	468,3	41,78	39,80
220	620,1	719,1	411,1	475,0	42,84	41,66
230	614,3	729,5	407,5	482,1	50,48	49,24
240	614,8	736,0	407,9	485,9	53,11	51,49

Pada Tabel 4, pengukuran suhu belitan *auxilary* (sekunder) pada produk A dengan tegangan suplai 150 volt lebih besar dibandingkan dengan tegangan suplai 160 volt, terdapat perbedaan suhu sebesar 0,19°K. Sebagian besar suhu belitan *main* dan *auxilary* mengalami peningkatan untuk setiap kenaikan variasi tegangan yang diujikan. Kenaikan tertinggi terdapat pada kenaikan tegangan suplai 220 volt

menjadi 230 volt. Terdapat perbedaan suhu belitan *main* sebesar  $7,58^{\circ}\text{K}$  dan  $7,64^{\circ}\text{K}$  pada belitan auxilary.

TABEL 5. HASIL PENGUKURAN SUHU BELITAN MOTOR PRODUK B DENGAN METODE RESISTENSI

Volt	RA <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RA <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	$\Delta t_A$ (K)	$\Delta t_M$ (K)
150	448,6	501,4	181,5	202,4	31,31	30,61
160	467,0	496,6	189,0	200,7	16,40	15,99
170	446,6	499,9	180,7	202,1	31,76	31,51
180	458,1	504,4	185,3	203,8	26,74	26,41
190	458,1	509,2	185,3	205,7	29,62	29,22
200	462,3	520,2	187,0	210,2	33,38	33,06
210	462,3	524,7	187,0	212,1	36,05	35,84
220	463,3	531,4	187,5	214,5	39,35	38,53
230	463,3	539,0	187,5	217,6	43,85	43,07
240	459,0	545,9	185,7	220,3	50,97	50,15

Pada Tabel 5 dapat dilihat, suhu belitan main dan auxilary pada produk B dengan tegangan suplai sebesar 160 volt memiliki nilai terendah yaitu;  $15,99^{\circ}\text{K}$  pada suhu belitan main dan  $16,40^{\circ}\text{K}$  pada suhu belitan auxilary. Pada tegangan suplai 150 volt – 170 volt nilai suhu belitan main dan auxilary pada produk B tidak stabil, karena terjadi penurunan antara tegangan 150 volt ke 160 volt dan kenaikan suhu pada tegangan 160 volt ke 170 volt.

TABEL 6. HASIL PENGUKURAN SUHU BELITAN MOTOR PRODUK C DENGAN METODE RESISTENSI

Volt	RA <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RA <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	$\Delta t_A$ (K)	$\Delta t_M$ (K)
150	552,1	651,4	427,0	507,4	48,37	50,69
160	541,4	651,9	418,8	506,7	55,03	56,61
170	541,4	654,4	418,8	508,3	56,29	57,66
180	563,7	658,1	436,0	511,2	44,96	46,35
190	557,4	666,8	432,6	516,8	52,86	52,45
200	547,7	680,3	423,6	533,8	65,46	70,41
210	558,6	671,9	432,3	519,5	54,68	54,37
220	555,8	674,7	430,4	521,3	57,72	56,97
230	534,2	686,2	413,1	531,0	77,11	77,34
240	552,5	680,4	427,4	525,2	62,54	61,81

Pada Tabel 6 dapat dilihat, sebagian besar suhu belitan main lebih tinggi dibanding suhu belitan auxilary. Pengukuran suhu belitan main lebih tinggi dibanding belitan auxilary terdapat pada tegangan suplai 150 volt, 160 volt, 170 volt, 180 volt, 200 volt, dan 230 volt. Perbedaan terbesar terdapat pada tegangan suplai 200 volt, dimana nilai suhu belitan main mencapai  $70,41^{\circ}\text{K}$  dan suhu belitan auxilary adalah  $65,46^{\circ}\text{K}$  terdapat selisih sebesar  $4,95^{\circ}\text{K}$ .

TABEL 7. HASIL PENGUKURAN SUHU BELITAN MOTOR PRODUK D DENGAN METODE RESISTENSI

Volt	RA <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RA <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	$\Delta t_A$ (K)	$\Delta t_M$ (K)
150	672,0	773,1	618,4	708,1	40,30	38,82
160	683,0	768,2	629,0	702,4	33,24	31,03
170	687,0	776,4	632,2	708,9	34,72	32,30
180	670,0	785,3	616,5	715,2	46,24	42,95
190	691,0	772,0	636,3	708,5	31,18	30,15
200	693,0	797,4	637,6	727,4	40,35	37,66
210	699,0	788,3	642,9	722,1	34,07	32,82
220	682,0	795,4	627,6	727,3	44,64	42,61
230	686,0	793,2	631,4	725,1	41,90	39,74
240	683,0	796,7	629,1	729,0	44,70	42,59

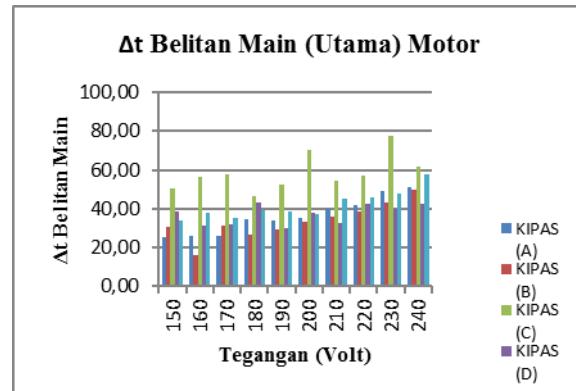
Pada Tabel 7, hasil pengukuran suhu belitan main dan auxilary pada produk D dapat dilihat bahwa kenaikan tegangan suplai tidak

berpengaruh signifikan terhadap kenaikan suhu belitan motor. Pada produk D, suhu belitan main dan auxilary tertinggi terdapat pada tegangan 180 volt, sedangkan suhu belitan motor terendah terdapat pada tegangan suplai 170 volt untuk belitan main dan 190 volt untuk belitan auxilary. Perbedaan suhu antara belitan main dan auxilary tertinggi terdapat pada tegangan 180 volt.

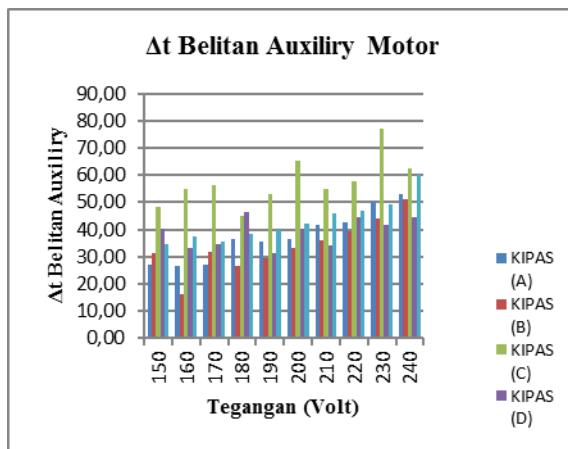
TABEL 8. HASIL PENGUKURAN SUHU BELITAN MOTOR PRODUK E DENGAN METODE RESISTENSI

Volt	RA <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RA <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>1</sub> ( $\Omega$ )	RM <sub>2</sub> ( $\Omega$ )	$\Delta t_A$ (K)	$\Delta t_M$ (K)
150	873,0	929,7	818,0	921,3	34,59	33,66
160	819,0	933,6	812,0	928,2	37,41	38,28
170	831,0	941,0	824,0	933,9	35,34	35,61
180	823,0	941,7	815,0	933,8	38,59	39,01
190	817,0	937,8	810,0	926,0	39,59	38,31
200	812,0	940,3	817,0	931,2	42,37	37,39
210	815,0	954,4	808,0	944,6	45,95	45,41
220	822,0	965,9	815,0	955,0	47,05	46,15
230	825,0	976,2	818,0	963,6	49,31	47,86
240	808,0	987,4	802,0	974,3	59,95	57,97

Pada Tabel 8, sebagian besar kenaikan suhu belitan main dan auxilary motor pada produk E selaras dengan kenaikan tegangan suplai, semakin tinggi tegangan suplai maka akan semakin tinggi suhu belitan motor pada produk E. Penurunan suhu belitan motor terdapat pada tegangan suplai dari 160 volt menjadi 170 volt dimana terdapat penurunan sebesar  $2,67^{\circ}\text{K}$  pada belitan main motor dan  $2,07^{\circ}\text{K}$  pada belitan auxilary motor. Pada suhu belitan produk E terdapat kenaikan tertinggi sebesar  $10,11^{\circ}\text{K}$  pada belitan main dan  $10,64^{\circ}\text{K}$  terdapat pada belitan auxilary. Kenaikan tertinggi suhu belitan terdapat pada tegangan suplai 230 volt menjadi 240 volt.

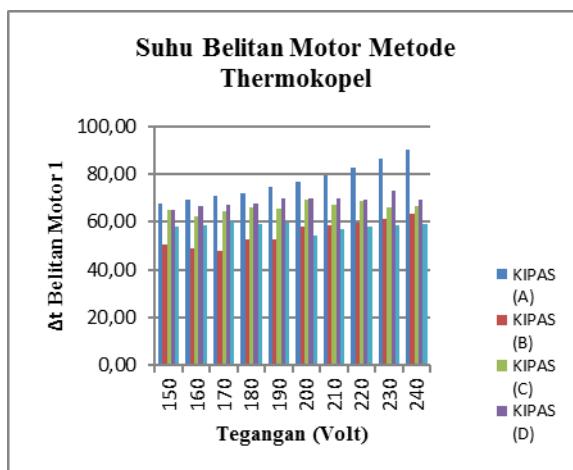


Gambar 3. Suhu belitan utama motor dengan metode resistansi



Gambar 4. Suhu belitan auxiliry motor dengan metode resistansi

Dari Gambar grafik 3 dan 4 dapat dilihat suhu belitan motor tertinggi pada setiap variasi tegangan suplai nya adalah belitan pada produk C. Hal ini dapat disebabkan karena motor pada produk C memiliki daya input lebih tinggi dibanding produk yang lain. Produk B memiliki suhu belitan motor yang relatif rendah dibanding produk yang lain, sehingga dapat dikatakan motor pada produk B memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan motor pada produk yang lain.



Gambar 5. Suhu Belitan motor dengan metode thermokopel

Dari hasil pengukuran suhu belitan dengan menggunakan metoda thermokopel tipe K pada Gambar 5, dapat dilihat kenaikan suhu belitan berbanding lurus dengan kenaikan tegangan yang digunakan. Pada penggunaan metode termokopel untuk pengukuran suhu belitan motor, kipas angin B memiliki suhu yang relatif lebih rendah dibandingkan kipas yang lain, sedangkan suhu belitan motor tertinggi terdapat pada kipas angin A. Rata-rata suhu belitan pada kipas angin A adalah  $76,99^{\circ}\text{K}$ , kipas angin B adalah  $55,39^{\circ}\text{K}$ , kipas angin C adalah  $66,11^{\circ}\text{K}$ , kipas angin D adalah  $68,76^{\circ}\text{K}$  dan kipas angin E adalah  $58,21^{\circ}\text{K}$ . Suhu belitan tertinggi pada kipas angin A terdapat pada tegangan 240V yaitu sebesar  $90^{\circ}\text{K}$ . Pada kipas angin B terdapat pada tegangan 240V yaitu sebesar  $63,20^{\circ}\text{K}$ . Pada kipas angin C terdapat pada tegangan 200V yaitu sebesar  $69,35^{\circ}\text{K}$ . Pada kipas angin D terdapat pada tegangan 230V yaitu sebesar  $73,15^{\circ}\text{K}$ . Pada kipas angin E terdapat pada tegangan 170V yaitu sebesar  $60,20^{\circ}\text{K}$ .

Hasil pengukuran suhu belitan dengan menggunakan metoda thermokopel tipe K, berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan metoda resistansi. Pengukuran suhu belitan dengan

menggunakan thermokopel tipe K relatif lebih stabil dibanding dengan metoda resistansi pada 30 menit waktu pengujian, hal ini dapat dikarenakan kenaikan suhu pada pengujian dengan menggunakan metoda thermokopel tipe K lebih cepat mencapai kondisi stabil dibanding dengan pengujian kenaikan suhu menggunakan metoda resistansi. Perbedaan nilai suhu belitan motor tertinggi antara penggunaan metoda resistansi dan thermokopel tipe K terdapat pada produk A, nilai rata-rata selisihnya adalah  $\pm 34^{\circ}\text{K}$ . Sedangkan perbedaan nilai suhu belitan terendah terdapat pada produk C, yaitu sebesar  $\pm 10^{\circ}\text{K}$ . Perubahan sumber tegangan dan kualitas kipas angin sangat berpengaruh pada suhu belitan.

#### IV. KESIMPULAN

Penggunaan metode resistansi dalam pengukuran suhu belitan motor memiliki nilai yang cenderung tidak stabil jika dibandingkan dengan metode thermokopel tipe K dalam pengukuran selama 30 menit. Kenaikan suhu pada belitan auxilary lebih tinggi dibanding belitan utama, dikarenakan nilai resistansi pada belitan auxilary lebih besar dari belitan utama [1][2]. Pada kipas angin Box fan, kenaikan suhu belitan motor tidak selaras dengan kenaikan tegangan suplai yang digunakan. Kenaikan suhu belitan motor kipas angin tertinggi menggunakan metode resistansi terdapat pada kipas angin standfan dengan tegangan 230 Volt, pada metode thermokopel kenaikan suhu tertinggi terdapat pada kipas angin tipe Tornado fan dengan tegangan 240 Volt. Selisih tertinggi nilai suhu belitan motor antara metode resistansi dan thermokopel tipe K mencapai  $\pm 34^{\circ}\text{K}$ , dan selisih terendah adalah  $\pm 10^{\circ}\text{K}$ . Kenaikan suhu pada kipas angin tornado fan dan stand fan tidak sesuai dengan SNI IEC 60335-1:2009 karena nilai kenaikan suhunya melebihi batas yaitu sebesar  $75^{\circ}\text{K}$  [7]. Perubahan sumber tegangan dan kualitas kipas angin sangat berpengaruh pada kenaikan suhu belitan ketika pemakaian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antonov and Natalinus. "Pengaruh Perubahan Tegangan Sumber Terhadap Karakteristik Faktor Daya Pada Lampu Hemat Energi", Jurnal Teknik Elektro Volume 2, No. 1, Januari 2013, Institut Teknologi Padang.
- [2] Z. P. Aji,. "Teknik Pengukuran Kenaikan Temperature Belitan Motor Induksi Menggunakan Metode Resistansi ( Measurement Method Of WindingTemperature Rise Of Induction Motor Using Resistance Method )," 2014'pp. 57–62.
- [3] Khairi, Agung and Amien, syamsul., "Analisis Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Torsi Dan Putaran Pada Motor Arus Searah Penguatan Shunt", SINGUDA ENSIKOM VOL. 6 NO.2 February 2014, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- [4] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Peranti listrik rumah tangga dan sejenis – Keselamatan – Bagian 1 : Persyaratan umum," vol. 1, 2009, no. 2001.
- [5] Stephanus Antonius Ananda and Witdono, "Analisa Perbandingan Efisiensi Energi Dari Penempatan Rangkaian Pengontrol Kecepatan Motor Induksi Kapasitor Running Satu Fasa 220 Volt 30 Watt 1370 RPM Yang Terhubung Pada Suplai Dengan Yang Terhubung Pada Main Winding," J. Tek. Elektro, vol. 2, no. 1, 2002.pp. 22–26.
- [6] S. Herman, 2009. Electrical Motor Control, Delmar Cengage Learning, 9<sup>th</sup> edition, 2009.
- [7] Anonim, "Peranti listrik rumah tangga dan sejenisnya – Keselamatan – Bagian 1 : Persyaratan umum", Standar Nasional Indonesia SNI IEC 60335-1 : 2009, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta – Indonesia, 2009.

- [8] Peralatan Energi Listrik : Motor Listrik, Available:  
[http://www.energoefficiencyasia.org/docs/ee\\_modules/indo/Chapter%2020Electric%20motors%20%28Bahasa%20Indonesia%29.pdf](http://www.energoefficiencyasia.org/docs/ee_modules/indo/Chapter%2020Electric%20motors%20%28Bahasa%20Indonesia%29.pdf)
- [9] Pengukuran Kenaikan Temperatur Lilitan (Metode Resistansi), Available::  
<http://cahtambakdalam.blogspot.com/2014/01/pengukuran-kenaikan-temperatur-pada.html>