

## **Analisis Kenaikan Temperatur dan Daya Muat Arus pada Kawat Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi**

**Siti Zubaedah<sup>1\*</sup>, Arlewes Gultom<sup>2</sup>**  
Universitas Tama Jagakarsa

**ABSTRACT:** Conductors used for e.h.v transmission lines are always stranded. Most common conductors use a steel core for reinforcement of the strength of aluminium, but recently high tensile strength aluminium is being increasingly used, replacing the steel. The former is known as ACSR ( Aluminium Conductor Steel Reinforced ) and the later ACAR (Aluminium Conductor Alloy Reinforced ). A recent development is the AAAC (All Aluminium Alloy Conductor) which consist of alloys of Al, Mg, Si. This has 10 to 15% less loss than ACSR. When a steel core is used, because of its high permeability and inductance, power-frequency current flows only in the aluminium strands. In ACAR and AAAC conductors, the cross-section is better utilized.

**Keywords:** Thr Conductors, Permeability, Inductance

**ABSTRAK:** Konduktor yang digunakan untuk saluran transmisi e.h.v selalu terdampar. Konduktor yang paling umum menggunakan inti baja untuk memperkuat kekuatan aluminium, tetapi baru-baru ini aluminium dengan kekuatan tarik tinggi semakin banyak digunakan, menggantikan baja. Yang pertama dikenal sebagai ACSR (Aluminium Conductor Steel Reinforced) dan kemudian ACAR (Aluminium Conductor Alloy Reinforced). Perkembangan terkini adalah AAAC (All Aluminium Alloy Conductor) yang terdiri dari paduan Al, Mg, Si. Ini memiliki kerugian 10 hingga 15% lebih sedikit daripada ACSR. Ketika inti baja digunakan, karena permeabilitas dan induktansinya yang tinggi, arus frekuensi daya hanya mengalir di untai aluminium. Dalam konduktor ACAR dan AAAC, penampang digunakan lebih baik.

**Keywords:** Konduktor, Permeabilitas, Induktansi

*Submitted: 02-07-2022; Revised: 11-07-2022; Accepted:28-07-2022*

**Corresponding Author:** [Zubaedah@gmail.com](mailto:Zubaedah@gmail.com)

DOI prefik: 10.55927

ISSN-E: 2829-8896

<https://journal.formosapublisher.org/index.php/fjmr>

**PENDAHULUAN**

Jika sebuah konduktor mengalirkan arus dan temperature konduktor telah mencapai nilai yang stabil akan membutuhkan panas yang seimbang.  
(Internal Heat Developed by  $I^2R$  )+(External Heat Supplied by Solar Irradiation) = (Heat Lost by Convection to Air)+(Heat Lost by Radiation)  
..... (1-1)

Dimana  $W_i$ =  $I^2R$  heating in watts/metre length of conductor  
 $W_s$ =s olar irradiation in watts/metre length of conductor  
 $W_c$ =convection loss in watts/metre length of conductor  
Dan  $W_r$ =radiation loss in watts/metre length of conductor

Atau dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sbb.:

$$W_i + W_s = W_c + W_r$$

.....(1-2)

Masing masing terminology terminologi bergantung pada beberapa factor yakni i temperature, ukuran konduktor, kecepatan angin, tekanan atmosfir, arus, tahanan, kondisi permukaan konduktor, dll.Hal inilah yang memungkinkan untuk menghitung hubungan antara kenaikan arus dan temperatur. Saat ini temperature maksimum konduktor Aluminium 650C, namun masih bias dinaikkan hingga 750C. Beberapa Negara di dunia telah membuat spesifikasi temperature hingga mencapai batas maksimum diatas 750C dengan mengeliminasi logam demi kekuatan regangan.

**TINJAUAN PUSTAKA**

Besaran keempat terminology panas diatas dijelaskan sbb.:

1) Panas  $I^2R$ .

$W_i = I^2R_m$  watts/metre dimana,  $R_m$ = resistansi penghantar per meter pada temperature maksimum.

$$R_m = \frac{1 + \alpha t}{1 + 20\alpha} \cdot R_{20}$$

dengan  $\alpha$  = koefisien temperature reactansi dalam ohm/ $^{\circ}C$  dan  $R_{20}$  = resistansi conductor pada  $20^{\circ}C$ .

2) Iradiasi Matahari (Solar).

$W_s = s_a \cdot I_s \cdot d_m$  watts/metre

Dimana  $d_m$ = diameter conductor dalam metre,  $s_a$ = solar absorption coefficient = 1 for black body or well-wetherd conductor and 0,6 for new conductor, and  $I_s$  = solar irradiation intensity in watts/ $m^2$ .

Di New Delhi pada musim panas pada siang hari,  $I_s$  mempunyai nilai sekitar 1000 - 1500 W/ $m^2$ .

[Note:  $10^4$  calories/sq.cm/day = 4860 watts/ $m^2$ ]

3) Kerugian Kalor (panas)/Convection loss.

$$W_c = 5.73 \sqrt{p v_m d_m} \cdot [\Delta t] \text{ watts/m}^2$$

Dimana  $p$  = tekanan atmosfer udara,  $v_m$  = kecepatan angin dalam metres/sec., dan  $\Delta t$  = kenaikan temperature dalam  $^{\circ}\text{C}$  diatas temperatur ambient =  $t - t_a$ .

Dari panjang konduktor 1 metre memiliki luas  $1/4 \pi d_m^2$  sq.m., kerugian konveksi/kalor adalah

$$W_c = 18. \Delta t \sqrt{p v_m d_m}, \text{ watts/metre}$$

- 4) Kerugian Radiasi. Sesuai dengan Hukum Stefan-Boltzman.

$$W_r = 5.702 \times 10^{-8} e (T^4 - T_a^4), \text{ watts/m}^2$$

Dimana  $e$  = relative emissivity of conductor-surface = 1 for black body and 0.5 for oxidized Al or Cu,  $T$  = conductor temperature in  $^{\circ}\text{K} = 273 + t$  and  $T_a$  = ambient temperature in  $^{\circ}\text{K} = 273 + t_a$ .

Kerugian Radiasi Konduktor per metre adalah

$$W_r = 17.9 \times 10^{-8} e (T^4 - T_a^4) d_m, \text{ watt/m.}$$

Sehingga dari persamaan (1-2) keseimbangan panas menjadi:

$$W_i + W_s = W_c + W_r, \text{ or:}$$

$$I^2 R_m + s_a \cdot I_s \cdot d_m = 18. \Delta t \sqrt{p v_m d_m} + 17.9 \times 10^{-8} e (T^4 - T_a^4) d_m,$$

$$I^2 R_m + s_a \cdot I_s \cdot d_m = 18. \Delta t \sqrt{p v_m d_m} + 17.9 e \cdot d_m \left[ \left( \frac{T}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_a}{100} \right)^4 \right]$$

$$\dots\dots\dots(1-3)$$

## METODOLOGI

Besaran keempat terminology panas diatas dijelaskan sbb.:

Panas I<sup>2</sup>R.

$W_i = I^2 R_m$  watts/metre dimana,  $R_m$  = resistansi penghantar per meter pada temperature maksimum.

$$R_m = (1 + \alpha t) / (1 + 20\alpha) \cdot R_{20}$$

dengan  $\alpha$  = koefisien temperature reactansi dalam ohm/ $^{\circ}\text{C}$  dan  $R_{20}$  = resistansi conductor pada  $20^{\circ}\text{C}$ .

Iradiasi Matahari (Solar).

$$W_s = s_a \cdot I_s \cdot d_m \text{ watts/metre}$$

Dimana  $d_m$  = diameter conductor dalam metre,  $s_a$  = solar absorption coefficient = 1 for black body or well-wetherd conductor and 0,6 for new conductor, and  $I_s$  = solar irradiation intensity in watts/ $\text{m}^2$ .

Di New Delhi pada musim panas pada siang hari,  $I_s$  mempunyai nilai sekitar 1000 - 1500 W/ $\text{m}^2$ .

[Note: 104 calories/sq.cm/day = 4860 watts/ $\text{m}^2$ ]

Kerugian Kalor (panas)/Convection loss.

$$W_c = 5.73 \sqrt{p v_m d_m} \cdot [\Delta t] \text{ watts/m}^2$$

Dimana  $p$  = tekanan atmosfer udara,  $v_m$  = kecepatan angin dalam metres/sec., dan  $\Delta t$  = kenaikan temperature dalam  $^{\circ}\text{C}$  diatas temperatur ambient =  $t - t_a$ .

Dari panjang konduktor 1 metre memiliki luas  $\frac{1}{4} \pi \text{ dm}^2$ , kerugian konveksi/kalor adalah

$$W_c = 18 \cdot \Delta t \sqrt{p \cdot v \cdot d} \text{ (watts/metre)}$$

Kerugian Radiasi. Sesuai dengan Hukum Stefan-Boltzman.

$$W_r = 5.702 \times 10^{-8} e (T^4 - T_a^4) \text{ (watts/m}^2\text{)}$$

Dimana  $e$  = relative emissivity of conductor-surface = 1 for black body and 0.5 for oxidized Al or Cu,  $T$  = conductor temperature in  $^{\circ}\text{K} = 273 + t$  and  $T_a$  = ambient temperature in  $^{\circ}\text{K} = 273 + t_a$ .

Kerugian Radiasi Konduktor per metre adalah

$$W_r = 17.9 \times 10^{-8} e (T^4 - T_a^4) \text{ (watt/m)}$$

Sehingga dari persamaan (1-2) keseimbangan panas menjadi:

$$W_i + W_s = W_c + W_r, \text{ or:}$$

$$I^2 R_m + s a \cdot I_s \cdot d_m = 18 \cdot \Delta t \sqrt{p \cdot v \cdot d} + 17.9 \times 10^{-8} e (T^4 - T_a^4) \text{ (dm)}$$

$$I^2 R_m + s a \cdot I_s \cdot d_m = 18 \cdot \Delta t \sqrt{p \cdot v \cdot d} + 17.9 e \cdot d_m [(T/100)^4 - (T_a/100)^4]$$

$$\dots\dots\dots(1-3)$$

**HASIL PENELITIAN**

Misalkan temperature akhir =  $t^{\circ}\text{C}$ .

Kemudian,  $R_m = 2.7 \times 10^{-8} (1 + 0.0045 \times t) / (1 + 0.0045 \times 20) \cdot 1.05 / [515.7 \times 10]^{-6}$

$$R_m = 0.5 \times 10^{-4} (1 + 0.0045 t) \text{ (ohm/m)}$$

Darisini,  $W_i = I^2 R_m = 12.5 (1 + 0.0045 t) \text{ (watts/m)}$

Solar irradiation diabaikan,  $W_s = 0$

Kerugian Konveksi,  $W_c = 18 (t - 40) \cdot \sqrt{p \cdot v \cdot d} = 3.21 (t - 40) \text{ (watts/m)}$

Kerugian Radiasi.

$$W_r = 17.9 e \cdot d_m [(T/100)^4 - (T_a/100)^4]$$

$$W_r = 17.9 \times 0.5 \times 0.0318 [((273+t)/100)^4 - ((273+40)/100)^4]$$

$$W_r = 0.2845 \{ [(273 + t)/100]^4 - 95.95 \}$$

Gunakan persamaan (1- 2),  $W_i + W_s = W_c + W_r$ , dan karena  $W_s$  diabaikan ( $=0$ ), persamaan ditulis menjadi:

$$12.5 (1 + 0.0045 t) = 3.21 t - 128,4 + 0.2845 \times 10^{-8} (273 + t)^4 - 27,29$$

$$12.5 (1 + 0.0045 t) = 3.21 t + 0.2845 \times 10^{-8} (273 + t)^4 - 155.7$$

$$\text{Atau } (273 + t)^4 = (590 - 11.28 t) \cdot 10^8$$

Melalui iterasi diperoleh hasil sbb.:

Table 1. Menghitung ke tiga nilai-nilai panas

t [ 0C]	Wi + Ws [ watt/m ]	Wc + Wr [ watt/m ]
40	9597924961	13880000000
41	9721171216	12752000000
42	9845600625	11624000000
43	9971220736	10496000000
<b>44</b>	<b>10098039121</b>	<b>9368000000</b>
45	10226063376	8240000000
46	10355301121	7112000000
47	10485760000	5984000000
48	10617447681	4856000000
49	10750371856	3728000000

diperoleh  $t \approx 440C$ . (Pada temperature akhir ini, kita dapat menghitung ke tiga nilai-nilai panas, yaitu dari persamaan bahwa  $W_i + W_s = W_c + W_r$ ,

$W_i = 14.38$  watts/m,

$W_s = 0$ , (diabaikan)

$W_c = 12.84$  watts/m, and

$W_r = 1.54$  watts/m

### Analisis

Sesuai dengan contoh diatas terjadi perubahan sbb., kecepatan angin  $v_m = 0.75$  m/s dan ditambahkan solar irradiation dengan persamaan  $W_s = 9.5 + 0.35(i)$  watt/m, dimana  $i = 1,2,3, \dots, N$ . Dan  $W_s = 1200$  watt/m yang memberi kontribusi sebesar  $(25 + 5.i)$ , let  $i = 1,2,3, \dots, N$  ke conductors. Arus phasa 1200 Amperes (600 Amps per conductor),  $d_m = 3.2842$  cm, luas penampang konduktor  $A = 564$  mm<sup>2</sup>.

Kedua persamaan diatas  $W_s = 9.5 + 0.35(i)$  watt/m dan  $(25 + 5.i)$  hanya menambahkan bagi solar irradiation.

Resistansi konduktor per metre pada temperature maksimum ( $R_m$ ).

$$R_m = \rho_a \cdot (1 + \alpha t) / (1 + 20\alpha) \cdot R_{20}$$

$$R_m = 2.7 \times 10^{-8} \cdot (1 + 0.0045 \times t) / (1 + 0.0045 \times 20) \cdot 1.05 / [564 \times 10]^{-6}$$

$$R_m = 0.547 \times 10^{-4} (1 + 0.0045 \cdot t) \text{ Ohm/m}$$

Dari sini,

I2R heating or (Wi)

$$W_i = I^2 R_m = (600)^2 (0.547 \times 10^{-4}) (1 + 0.0045 \cdot t) \text{ watts/m}$$

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045 \cdot t) \text{ watts/m.}$$

Solar irradiation or (Ws)

$$W_s = 0 \text{ (same as an example).}$$

Convection loss or Wc

$$W_c = 18 (t-40) \cdot \sqrt{p \cdot v_m \cdot d_m}$$

$$W_c = 3.2598 (t-40) \text{ watts/metre}$$

Radiation loss or Wr

$$W_r = 17.9 \cdot e \cdot d_m [(T/100)^4 - (T_a/100)^4]$$

$$W_r = 17.9 \times 0.5 \times 0.032842 [((273+t)/100)^4 - ((273+40)/100)^4]$$

$$W_r = 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

Selanjutnya dari persamaan (1-2) keseimbangan panas menjadi

$$W_i + W_s = W_c + W_r \text{ and neglect solar irradiation,}$$

Kemudian

$$W_i = W_c + W_r$$

$$19.6920(1 + 0.0045 \cdot t) = 3.2598 (t-40) + 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

Melalui iterasi sbb.:

Table. 2 Temperature akhir

t [ 0C]	Wi + Ws(=0) [ watt/m ]	Wc + Wr [ watt/m ]
38.55	23.1125004	81.11625001
38.6	23.1169311	51.50104961
<b>38.65</b>	<b>23.1213618</b>	<b>25.7655471</b>
38.7	23.1257925	3.555126306
38.75	23.1302232	-15.46783009
38.8	23.1346539	-31.62394048
38.85	23.1390846	-45.21682438
38.9	23.1435153	-56.53310243
38.95	23.147946	-65.84239636
39	23.1523767	-73.397329
39.05	23.1568074	-79.43352431
39.1	23.1612381	-84.16960735
39.15	19.692	282020812.9

diperoleh

$$t = 38.650C$$

Pada temperature akhir ini, kita kembali dapat menghitung ke tiga nilai-nilai panas, yaitu dari persamaan bahwa  $W_i + W_s = W_c + W_r$ ,

$$W_i = 23.1169 \text{ watts/metre}$$

$$W_s = 0, \text{ (diabaikan)}$$

$$W_c = 4.4007 \text{ watts/metre}$$

$$W_r = 68.2454 \text{ watts/metre}$$

Sekarang apabila  $W_s$  (solar irradiation) ditambahkan dengan persamaan

$$W_s = 9.5 + 0.35(i) \text{ watt/m, dimana } i = 8$$

$$W_s = 9.5 + 0.35(8) = 12.3 \text{ watts/metre}$$

Keseimbangan panas menjadi:

$$W_i + W_s = W_c + W_r$$

$$19.6920(1 + 0.0045.t) + 12.3 = 3.2598 (t-40) + 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

$$t = 81 - 0.09 \times 10^{-8} (273+t)^4$$

Melalui iterasi sbb.:

Table 3. Perbandingan Watt

t             $W_i + W_s$      $W_c + W_r$   
 [ 0C]      [ watt/m ] [ watt/m ]

62	62	69.66499444
64	64	69.39187402
66	66	69.11384738
<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68.83085614</b>
70	70	68.54284152
72	72	68.24974444
74	74	67.95150545
76	76	67.64806476
78	78	67.33936224
80	80	67.02533741
82	82	66.70592944

diperoleh bahwa,

$$t = 680C.$$

Dan apabila  $W_s = 1200 \text{ watt/m}$  memberikan kontribusi sebesar  $(25 + 5.i)$ , let  $i = 1,2,3,\dots,N$  bagi conductors, dimana  $i = 8$  (angka sembarang)

$25 + 5(8) = 65 \text{ watts/metre}$ , maka

$$W_s = s_a \cdot I_s \cdot d_m$$

$$W_s = (1) \cdot (1.200 \text{ watts/metre}^2) \cdot (0.032842) + \text{contribution bagi penghantar sebesar } (25 + 5(i))$$

$$W_s = 39.410 + 65 = 104.41 \text{ watts/metre}$$

Sehingga melalui persamaan (1-2) untuk keseimbangan panas menjadi,

$$W_i + W_s = W_c + W_r$$

Panas  $I^2R$  atau ( $W_i$ )

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045.t)$$

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045.(68))$$

$$W_i = 25.7177 \text{ watts/metre}$$

Solar irradiation atau ( $W_s$ )

$$W_s = 104.41 \text{ watts/metre}$$

Kerugian Conveksi atau  $W_c$

$$W_c = 3.2598 (t-40)$$

$$W_c = 3.2598 (68-40)$$

$$W_c = 91.2744 \text{ watts/metre}$$

Kerugian Radiasi atau  $W_r$

$$W_r = 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

$$W_r = 0.2939 ((273+68)/100)^4 - 95.97$$

$$W_r = 56.2309 \text{ watts/metre}$$

Sekarang apabila  $W_s$  memberi kontribusi sebesar  $(25 + 5.i)$ , let  $i = 1,2,3,\dots,N$  bagi conductors, dimana  $N = 8$ ,

$$25 + 5(8) = 65 \text{ watts/metre, maka,}$$

$$W_s = \sum_{i=1}^N W_{s,i}$$

$$W_s = (1) \cdot (1.200 \text{ watts/metre}^2) \cdot (0.032842) + \text{kontribusi sebesar } (25 + 5(i))$$

$$W_s = 39.410 + 65 = 104.41 \text{ watts/metre}$$

Sehingga melalui persamaan (1-2) untuk keseimbangan panas menjadi

$$W_i + W_s = W_c + W_r$$

$$19.6920(1 + 0.0045.t) + 104.41 = 3.2598 (t-40) + 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

$$-2.3738.t = 0.2939 \times 10^{-8} (273+t)^4 - 350.464,$$

dan melalui iterasi sbb.:

Table 4 Keseimbangan panas

t	$W_i + W_s$	$W_c + W_r$
[ 0C ]	[ watt/m ]	[ watt/m ]

118.1	280.34578	-281.7016279
118.2	280.58316	-281.6312738
118.3	280.82054	-281.5608657
118.4	281.05792	-281.4904036
118.5	-281.2953	-281.4198875
<b>118.6</b>	<b>281.53268</b>	<b>-281.3493173</b>
118.7	281.77006	-281.278693
118.8	282.00744	-281.2080146

diperoleh

$$t = 118.60C$$

Dari sini:

Panas I<sup>2</sup>R heating atau (W<sub>i</sub>)

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045.t)$$

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045.(118.6))$$

$$W_i = 30.2016 \text{ watts/metre}$$

Solar irradiation atau (W<sub>s</sub>)

$$W_s = 104.41 \text{ watts/metre}$$

Kerugian Konveksi atau W<sub>c</sub>

$$W_c = 3.2598 (t-40)$$

$$W_c = 3.2598 (118.6-40)$$

$$W_c = 256.2203 \text{ watts/metre}$$

Kerugian Radiasi atau W<sub>r</sub>

$$W_r = 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

$$W_r = 0.2939 ((273+118.6)/100)^4 - 95.97$$

$$W_r = 26.85531 \text{ watts/metre}$$

## PEMBAHASAN

Pengaruh Resistansi Konduktor

Pengaruh resistansi konduktor bagi penghantar-penghantar tegangan ekstra tinggi diuraikan sbb. :

Kerugian daya pada transmisi yang disebabkan oleh panas I<sup>2</sup>R;

Pengurangan daya muat arus pada konduktor pada daerah temperature ambient yang tinggi. Masalah ini khususnya yang pernah terjadi di India pada musim panas dimana temperaturnya naik sampai mencapai 500C. Panas yang sangat mempengaruhi naiknya temperature penghantar adalah panas I<sup>2</sup>R, temperature penghantar dari Aluminium jauh diatas maksimum yakni diatas 650C bahkan sesuai standard Indian. Pada temperature ambient 480C, solar irradiation cukup menaikkan temperature hingga 650C untuk kawat penghantar dengan tegangan 400 kV, sehingga tidak ada arus yang dapat dialirkan. Jika dilakukan perbaikan material dan temperature maksimum naik hingga mencapai 750C, dapat diprediksi bahwa arus sebesar 600 ampere dapat ditransmisikan pada temperature ambient yang sebesar 480C.

Resistansi konduktor layaknya seperti attenuasi gelombang berjalan yang diakibatkan oleh kilat dan operasi switching, seperti pembangkitan frekuensi radio oleh koron. Dalam kasus seperti ini, resistansi dihitung pada interval frekuensi berikut: Lightning - 100 to 200 kHz; Switching - 1000 - 5000 kHz; Radio frequency - 0.5 to 2 MHz.

Kembali pada contoh terdahulu, jika solar irradiation ditambahkan sebesar: a) 10 watts/metre, dan (b) 1160 watts/m<sup>2</sup> yang memberi kontribusi sebesar 37 watts/metre bagi konduktor, kenaikan temperature akhir dapat dihitung sbb.:

Panas I<sup>2</sup>R heating atau (W<sub>i</sub>)

$$W_i = I^2 R_m = (600)^2 (0.547 \times 10^{-4}) (1 + 0.0045.t) \text{ watts/m}$$

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045.t) \text{ watts/m.}$$

Solar irradiation atau ( $W_s$ )

$$W_s = 10 \text{ watts/metre}$$

Kerugian konveksi atau  $W_c$

$$W_c = 18 (t-40) \cdot \sqrt{(p \cdot v_m \cdot d_m)}$$

$$W_c = 3.2598 (t-40) \text{ watts/metre}$$

Kerugian Radiation atau  $W_r$

$$W_r = 17.9 \cdot e \cdot d_m [(T/100)^4 - (T_a/100)^4]$$

$$W_r = 17.9 \times 0.5 \times 0.032842 [((273+t)/100)^4 - ((273+40)/100)^4]$$

$$W_r = 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

Sehingga dari persamaan (1-2) untuk keseimbangan panas menjadi:

$$W_i + W_s = W_c + W_r \text{ and neglect solar irradiation,}$$

Kemudian

$$W_i + W_s = W_c + W_r$$

$$19.6920(1 + 0.0045.t) + 10 = 3.2598 (t-40) + 0.2939 ((273+t)/100)^4 - 95.97$$

Melalui iterasi sbb.:

Table 5. Pengaruh Resistansi Konduktor

t [ 0C]	$W_i + W_s$ [ watt/m ]	$W_c + W_r$ [ watt/m ]
67.2	35.6468608	32.06396818
67.4	35.6645836	32.80858458
67.6	35.6823064	33.55336445
67.8	35.7000292	34.29830798
68	35.717752	35.04341535
68.2	35.7354748	35.78868677
68.4	35.7531976	36.53412241
68.6	35.7709204	37.27972248
68.8	35.7886432	38.02548717

diperoleh

$$t = 68.20C, \Delta t = 18.20C$$

Jika solar irradiation ditambahkan sebesar (b) 1160 watts/m<sup>2</sup> yang memberi kontribusi sebesar 37 watts/metre bagi conductor,

Panas I<sup>2</sup>R heating atau ( $W_i$ )

$$W_i = I^2 R_m = (600)^2 (0.547 \times 10^{-4}) (1 + 0.0045.t) \text{ watts/m}$$

$$W_i = 19.6920(1 + 0.0045.t) \text{ watts/m.}$$

Solar irradiation atau ( $W_s$ )

$$W_s = 37 \text{ watts/metre}$$

Kerugian Convection atau  $W_c$

$$W_c = 18 (t-40) \cdot \sqrt{(p \cdot v_m \cdot d_m)}$$

$$W_c = 3.2598 (t-40) \text{ watts/metre}$$

Kerugian Radiation atau  $W_r$

$$W_r = 17.9 \cdot e \cdot d_m [(T/100)^4 - (T_a/100)^4]$$

$$W_r = 17.9 \times 0.5 \times 0.032842 \left[ \left( \frac{273+t}{100} \right)^4 - \left( \frac{273+40}{100} \right)^4 \right]$$

$$W_r = 0.2939 \left( \frac{273+t}{100} \right)^4 - 95.97$$

Sehingga melalui persamaan (1-2) untuk keseimbangan panas menjadi:

$$W_i + W_s = W_c + W_r \text{ and neglect solar irradiation,}$$

Kemudian

$$W_i + W_s = W_c + W_r$$

$$19.6920(1 + 0.0045.t) + 37 = 3.2598 (t-40) + 0.2939 \left( \frac{273+t}{100} \right)^4 - 95.97$$

Melalui iterasi sbb.:

Table 6.Melalui persamaan (1-2) untuk keseimbangan panas

t [ 0C]	W <sub>i</sub> + W <sub>s</sub> [ watt/m ]	W <sub>c</sub> + W <sub>r</sub> [ watt/m ]
75.51	63.38324314	63.14263157
75.52	63.38412928	63.18020607
75.53	63.38501542	63.217781
75.54	63.38590156	63.25535636
75.55	63.3867877	63.29293214
75.56	63.38767384	63.33050835
75.57	63.38855998	63.368085
75.58	63.38944612	63.40566207
75.59	63.39033226	63.44323957

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berikut ditabelkan hasil-hasil perhitungan yang menunjukkan kenaikan temperature dan akibatnya terhadap keempat terminology panas.

Table 7.hasil

Temperatur[ <sup>0</sup> C]	W <sub>i</sub> (Panas I <sup>2</sup> R) [watt/meter]	W <sub>s</sub> (Irradiasi Solar/Mata hari) [watt/meter]	W <sub>c</sub> (Kerugian Conveksi) [watt/meter]	W <sub>r</sub> (Kerugian Radiasi) [watt/meter]
38.65	23.1169	0	4.4007	-68.2454
44	14.38	0	12.84	1.54
68	25.7177	104.41	91.2744	56.2309
118.6	30.2016	104.41	256.2203	26.85531

Hasil analisa menunjukkan bahwa temperature ambient sebesar ( t - Δt ) = 75,570C - 25,570C = 500C adalah temperature maksimum sebagaimana ditetapkan pada butir 5,b).(2) Analisis. Sebagaimana persamaan terminology semula sbb.  $W_i + W_s = W_c + W_r$

## DAFTAR PUSTAKA

- Prof. Dr. Ir. Hamzah Hilal, MSc. (2008). Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi. Bahan Kuliah Program Pasca Universitas Mercu Buana
- Begamudre (2006). Extra High Voltage AC Transmission Engineering, (Third Edition). Foreword; Preface to the Third Edition Preface to the First Edition; Contents; Chapter 1 Introduction to EHV AC:
- Riwinoto (2012). Eksperimen Komputasi Paralel dalam Perhitungan Matrik Invers
- Menggunakan Metoda Eliminasi Gauss Jordan. Jurnal Integrasi, vol. 4, no. 1, 2012, 47-52
- Hernawan Sujatmiko (2009). Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Ekstra Tinggi 500 Kv Di P.T. Pln (Persero) Penyaluran & Pusat Pengaturan Beban (P3b) Jawa Bali Regional Jawa Tengah & Diy Unit Pelayanan Transmisi Semarang. Jurnal Teknik Elektro Vol. 1 No.1 Untirta.ac.id