

PENGARUH KESALAHAN PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN TANPA KOREKSI LINTANG SELATAN PADA METODE CLTD UNTUK BANGUNAN DI BANDUNG

EFFECT OF COOLING LOAD ERROR CALCULATION WITHOUT SOUTH LATITUDE CORRECTION IN CLTD METHOD FOR BUILDING IN BANDUNG

Novika Fithrah. U¹, M. Ramdhan Kirom. M.si², Tri Ayodha. A, S.T., M.Eng.³

¹Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

²Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ novikafithrah94@gmail.com, ² jakasantang@gmail.com, ³ tri.ayodha@gmail.com.

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh koreksi lintang selatan pada perhitungan beban pendinginan menggunakan metode CLTD (*Colling Load Temperature Difference*) berdasarkan ASHRAE GRP 158. Perhitungan beban pendinginan dilakukan pada empat ruang yang berada di gedung deli Universitas Telkom. Keempat ruang yang dijadikan objek penelitian memiliki dinding yang terkena *sunlit* dari arah yang berbeda. Ruang p 403 memiliki dinding utara sebagai dinding yang terkena *sunlit*, p 406 memiliki dinding selatan sebagai dinding yang terkena *sunlit*, laboratorium fisika dasar memiliki dinding timur sebagai dinding yang terkena *sunlit*, dan laboratorium teknik tenaga listrik memiliki dinding barat sebagai dinding yang terkena *sunlit*. Perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan dua cara yaitu tanpa koreksi lintang selatan dan dengan koreksi lintang selatan, yang hasilnya akan dibandingkan untuk menghasilkan eror. Hasil akhir dari penelitian ini diperoleh bahwa pengaruh kesalahan penggunaan metode CLTD koreksi lintang selatan dengan CLTD tanpa koreksi lintang selatan ternyata tidak terlalu terasa, hal ini dikarenakan pulau jawa terletak paling selatan tidak terlalu jauh dengan garis khatulistiwa atau ekuator, eror yang diperoleh untuk ruang P 403 sebesar 1,834%, P 406 sebesar 2,468%, laboratorium fisika dasar sebesar 0,28%, dan laboratorium teknik tenaga listrik sebesar 0%.

Kata kunci: perhitungan beban pendinginan, CLTD, koreksi lintang selatan.

Abstract

This study aimed to determine the effect of the correction on the southern latitudes cooling load calculation method CLTD (*Colling Load Temperature Difference*) by ASHRAE GRP 158. The cooling load calculation performed on the four spaces that are in the building deli Telkom University. The fourth room that made the object of research has exposed wall Sunlit from different directions. The room p 403 has a north wall as the walls are exposed Sunlit, p 406 has a south wall as the wall is exposed Sunlit, fisika dasar laboratories have the east wall as the walls are exposed Sunlit, and teknik tenaga listrik laboratory has western wall as a wall exposed Sunlit. Cooling load calculation is done in two ways: without correction south latitude and with correction south latitude, which results will be compared to generate an error. The final results of this study showed that the effect of misapplication methods CLTD correction southern latitudes with CLTD without correction southern latitudes was not too pronounced, this is because of Java island located at the south not too far to the equator, error obtained for the space P 403 amounting to 1.834%, P 406 amounted to 2.468%, the fisika dasar laboratory of 0.28%, and teknik tenaga listrik laboratory at 0%.

Keywords: cooling load calculation, CLTD, correction southern latitudes.

1. Pendahuluan

Krisis energi yang terjadi di Indonesia menyebabkan Indonesia membutuhkan upaya penghematan energi. Dalam hal ini sektor yang menggunakan energi cukup besar ada pada sektor bangunan yaitu sebesar 50% [1]. Sektor bangunan berperan besar dalam konsumsi listrik untuk keperluan pengkondisi ruang, penerangan, maupun untuk operasi peralatan [2]. Persentase konsumsi listrik terbesar ada pada bagian *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) yaitu mencapai 55-70% [3]. Hal ini dikarenakan Indonesia memiliki iklim tropis, sehingga pengkondisi ruang seperti *Air Conditioning* (AC) sangat dibutuhkan dalam suatu ruang atau bangunan. Perhitungan konsumsi energi listrik perlu dilakukan untuk mengetahui apakah konsumsi listrik masih efisien atau tidak. Oleh karena itu,

perhitungan beban pendinginan suatu ruang ataupun bangunan harus dilakukan secara akurat. Dengan perhitungan yang tepat maka diharapkan bangunan tersebut dapat menerapkan konsep perancangan yang tepat sehingga dapat mengurangi jumlah pemakaian energi.

Salah satu metode untuk menghitung beban pendinginan adalah *Cooling Load Temperature Difference (CLTD)/Cooling Load Factor (CLF)*. "Metode ini adalah metode perhitungan yang menggunakan penyajian data nilai - nilai CLTD dan CLF dalam bentuk tabel" [3]. Metode CLTD digunakan untuk perhitungan beban pendinginan yang bersumber dari perolehan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi melalui dinding, kaca, serta atap[4]. Sedangkan CLF adalah perhitungan untuk beban pendinginan yang berasal dari radiasi sinar matahari dan peralatan yang terdapat di dalam ruangan. Penaksiran beban pendinginan dengan metode CLTD dilakukan untuk mengetahui beban kerja dari sistem pengkondisi udara agar ruangan dalam kondisi sesuai yang diharapkan.

Penggunaan metode CLTD merujuk dari data-data pada tabel yang dikeluarkan oleh buku *Cooling and Heating Load Calculation Manual GRP 158*, namun tabel ini berlaku hanya untuk lokasi bangunan yang terletak di lintang utara. Sering terjadinya kesalahan pada perhitungan beban pendinginan dikarenakan tidak digunakan koreksi lintang selatan pada bangunan yang terletak di lintang selatan. Untuk dapat digunakan di lintang selatan metode ini membutuhkan koreksi lintang selatan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan hasil perhitungan beban pendinginan dengan dan tanpa koreksi lintang selatan untuk mengetahui seberapa besar *error* yang didapatkan.

2. Landasan Teori

A. Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari satu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari perbedaan suhu antara satu daerah dengan daerah yang lain. Perpindahan panas diklasifikasikan menjadi tiga yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

a. Konduksi^[5]

Konduksi adalah proses mengalirnya panas dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah melalui batas antara dua daerah tersebut. Panas mengalir sehingga keduanya memiliki temperatur yang sama pada suatu titik.

$$q_x = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

b. Konveksi^[5]

Konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada permukaan padat dengan fluida yang mengalir disekitarnya, dengan menggunakan media penghantar berupa fluida (cairan/gas).

$$q_c = h_c A (T_w - T_f) \quad (2)$$

c. Radiasi^[5]

Radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi karena pancaran atau radiasi gelombang elektromagnetik tanpa memerlukan perantara. Ada beberapa sumber radiasi disekitar kita, contohnya adalah televisi, lampu penerangan, komputer, dan lain sebagainya.

$$q_r = \epsilon \sigma A T^4 \quad (3)$$

B. U-Values^[6]

U-value dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$U = \frac{1}{R} \quad (4)$$

C. Koreksi CLTD^[6]

Koreksi lintang pada perhitungan CLTD, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$CLTD_{corr} = (CLTD + LM) \times K + (78 - TR) + (T_u - 85) \quad (5)$$

D. Beban Pendinginan Melalui Dinding^[6]

Beban pendinginan melalui dinding dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$q = U \times A \times CLTD \quad (6)$$

E. Beban Pendinginan Melalui Atap^[6]

Beban pendinginan melalui atap dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$q = U \times A \times CLTD \quad (7)$$

F. Beban Pendinginan Radiasi Matahari Melalui Kaca^[6]

Radiasi matahari yang masuk ke dalam ruangan melalui kaca menyebabkan panas pada ruangan.

$$q = A \times SC \times SHGF_{max} \times C / F \quad (8)$$

G. Beban Pendinginan Melalui Kaca^[6]

Kaca adalah salah satu komponen yang menghantarkan panas pada ruangan.

$$q = U \times A \times C / TD \quad (9)$$

H. Beban Pendinginan Melalui Lantai^[6]

Panas yang terasa dalam ruang juga disebabkan oleh lantai, karena lantai dapat menghantarkan panas.

$$q = U \times A \times TD \quad (10)$$

I. Beban Pendinginan Lampu^[6]

Untuk mencari beban panas dari lampu, kita dapat menggunakan persamaan:

$$q_s = 3,41 \times qp \times F_u \times F_l \times CLF \quad (11)$$

J. Beban Pendinginan Manusia^[6]

Beban pendinginan yang diakibatkan oleh manusia dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$q_s = qR_s \times n \times C / F \quad (12)$$

$$q_s = qR_s \times n \quad (13)$$

K. Beban Pendinginan Benda-Benda Di Dalam Ruangan^[6]

Benda-benda yang menimbulkan panas di dalam ruangan juga dapat menyebabkan suhu di dalam ruangan meningkat.

$$q_s = C_s \times q_r \times C / F \quad (14)$$

$$q_1 = C_1 \times q_r \quad (15)$$

L. Beban Pendinginan Peralatan Daya^[6]

Untuk menghitung beban pendinginan peralatan daya dapat digunakan persamaan:

$$q_s = \frac{A}{C} \times F_l \times CLF \quad (16)$$

M. Beban pendinginan Infiltrasi dan Ventilasi^[6]

Untuk menghitung beban pendinginan ventilasi dapat digunakan persamaan:

$$q_s = 1,10 \times (AT) \times scfm \quad (17)$$

$$q_1 = 4840 \times (AW) \times scfm \quad (18)$$

Scfm dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{\text{Person}}{\text{Person}} \times N \quad (19)$$

3. Penaksiran CLTD dengan Koreksi Lintang Selatan

Penyesuaian perlu dilakukan terhadap data-data yang digunakan dalam perhitungan beban pendinginan yang menyangkut penggunaan bulan dan arah mata angin. Pada handbook ASHRAE terdapat data-data dalam bentuk tabel berada pada posisi Lintang Utara (LU), maka untuk penggunaan pada Lintang Selatan (LS) dibutuhkan koreksi untuk menyesuaikan data-data tersebut.

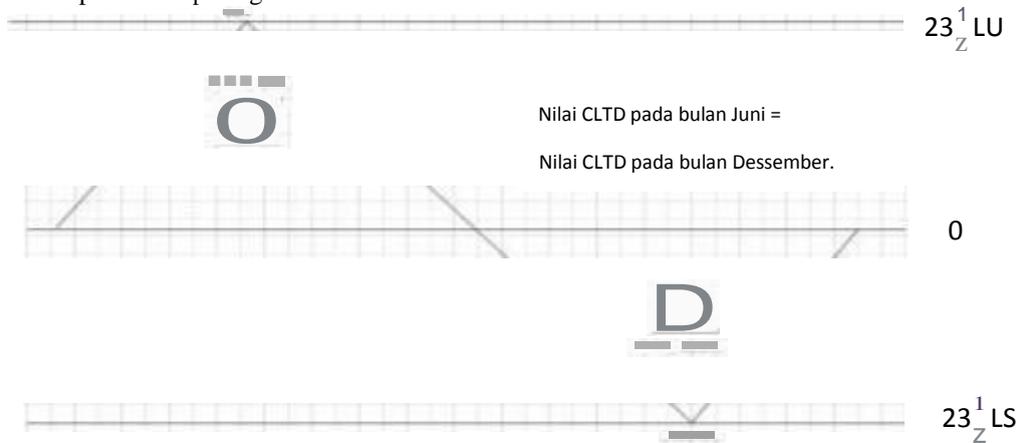
Penyesuaian data-data terhadap arah mata angin dilakukan dengan menggunakan arah N (utara) bila yang diinginkan adalah arah S (selatan) pada posisi Lintang Selatan (LS) [8].

Lintang utara dan selatan memiliki perbedaan enam bulan, oleh karena itu, bila ingin menggunakan data yang terdapat pada handbook ASHRAE untuk menghitung beban pendinginan pada bangunan yang berada di lintang selatan, maka bulan tersebut harus ditambah enam bulan terlebih dahulu [8].

Sebagai contoh, bila kondisi yang diinginkan adalah kondisi pada bulan Januari lintang selatan, maka data yang digunakan adalah data-data pada bulan Juli posisi lintang utara pada handbook ASHRAE. Jadi, data-data pada bulan Januari sampai Desember pada posisi lintang selatan akan sama dengan data-data pada bulan Juli sampai Juni pada posisi lintang utara.

Penaksiran CLTD dengan koreksi lintang selatan akan dilakukan setelah penaksiran CLTD tanpa koreksi lintang selatan dilakukan. Hasil beban pendinginan dengan koreksi lintang selatan akan

didapatkan, kemudian kedua hasil tersebut yaitu penaksiran CLTD tanpa koreksi lintang selatan dengan penaksiran CLTD dengan koreksi lintang selatan dibandingkan untuk mengetahui seberapa besar error yang dihasilkan jika tidak menggunakan koreksi lintang selatan untuk penaksiran CLTD pada bangunan atau ruang yang berada di lokasi lintang selatan. Contoh perhitungan beban pendinginan dengan koreksi bulan dapat dilihat pada gambar 3.6.



4. Analisis

A. Analisis Perhitungan Koreksi Lintang Selatan

Handbook ASHRAE menyediakan data dalam bentuk tabel untuk menghitung beban pendinginan yang berada di lintang utara saja. Karena ruang yang dijadikan objek penelitian terletak di lintang selatan, maka perlu dilakukan koreksi lintang selatan. Koreksi perhitungan CLTD hanya dilakukan pada langit-langit dan dinding. Persamaan (2-6) digunakan untuk menghitung koreksi CLTD. Perhitungan pada penelitian ini menggunakan dua cara berbeda, yaitu perhitungan yang tidak menggunakan koreksi lintang selatan dan perhitungan yang menggunakan koreksi lintang selatan, hal ini memberikan hasil akhir yang berbeda. Berikut hasil akhir ditampilkan dalam tabel.

Total Beban Pendinginan Non-Koreksi				
Bulan	P 403	P 406	Laboratorium Fisika Dasar	Laboratorium Teknik Tenaga Listrik
Jan	44073,57	50339,99	45710,52	65994,43
Feb	32632,67	35618,81	42230,9	62757,93
Mar	37034,13	36663,34	46367,5	66745,43
Apr	35747,17	33302,15	42875,49	63386,03
May	39319,53	33729,72	42517,27	62844,19
Jun	39609,32	32561,18	40841,4	61194
Jul	38202,85	32394,28	40860,59	61234,91
Aug	37780,31	35152,36	44148,02	64532,44
Sept	38863,71	38462,52	47533,64	67774,59

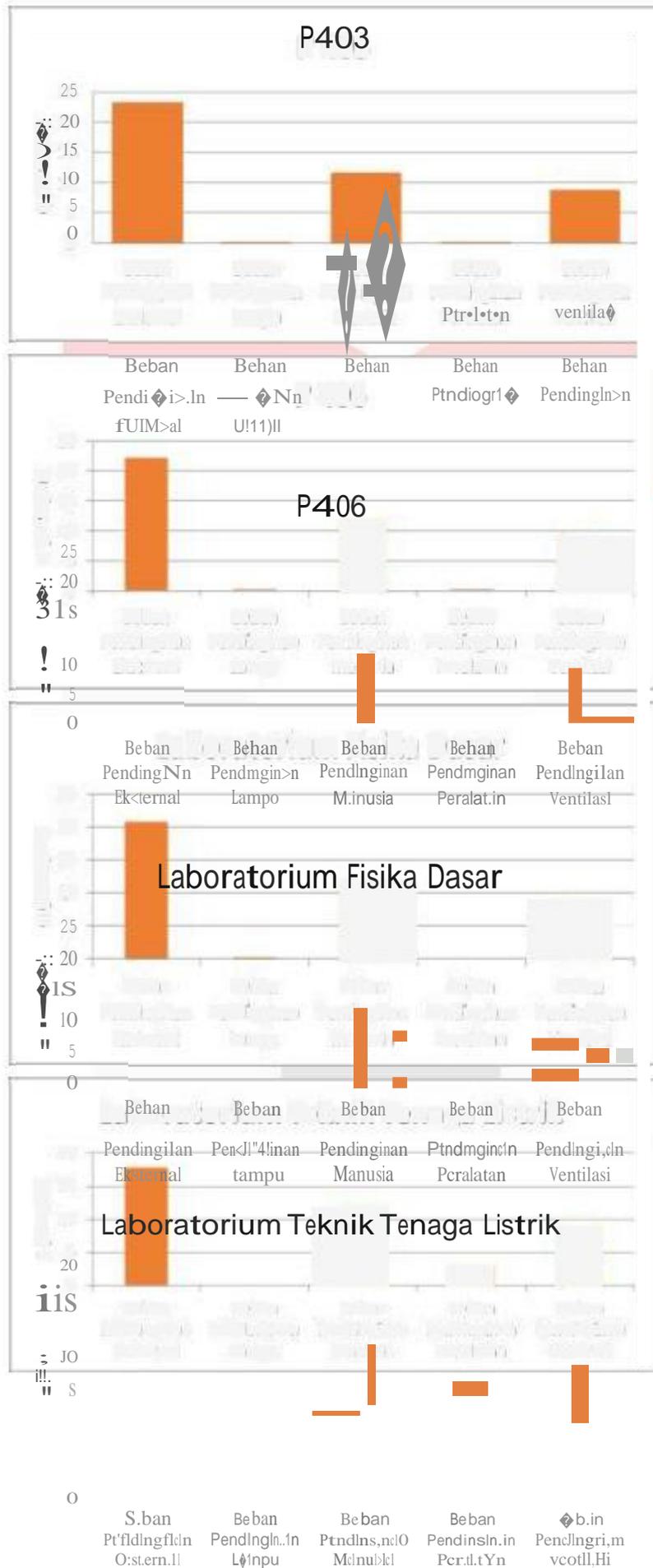
Oct	41847,8	44650,47	50957,95	70977,96
Nov	41025,05	47107,99	50003,84	70036,96
Dec	34159,04	41577,61	43040,76	63416,27

Total Beban Pendinginan Koreksi				
Bulan	P 403	P 406	Laboratorium Fisika Dasar	Laboratorium Teknik Tenaga Listrik
Jan	43764,9	48761,81	44021,25	60470,9
Feb	32621,85	34487,54	41160,82	57545,36
Mar	36908,03	36624,57	45501,65	61486,3
Apr	37705,04	34527,15	43941,55	60163,92
May	40547,51	34433,49	44101,94	59940,33
Jun	40583,23	33265,5	42957,79	58871,14
Jul	39528,16	33244,78	43286,53	59092,66
Aug	39289,64	35942,38	46247,12	61842,78
Sept	38359,09	38039,81	47756,3	63280,97
Oct	40151,07	41824,6	49038,18	64757,59
Nov	39854,97	44633,12	48056,67	64018,82
Dec	34502,26	40724,08	42736,92	58931,68

Tabel di atas menunjukkan hasil akhir dari kedua perhitungan tidak terlalu jauh berbeda, hal ini dikarenakan pulau Jawa terletak tidak terlalu jauh dengan dekat khatulistiwa atau ekuator sehingga perbedaan temperatur tidak terlalu terasa, eror yang diperoleh untuk ruang P 403 sebesar 1,834%, P 406 sebesar 2,468%, laboratorium fisika dasar sebesar 0,28%, dan laboratorium teknik tenaga listrik sebesar 0%. Ruang P 403 dan P 406 memiliki eror yang cukup besar dikarenakan ruang P 403 memiliki dinding arah utara dan P 406 memiliki dinding arah selatan yang terkena *sunlit*, sehingga koreksi perhitungan CLTD sangat berpengaruh pada kedua ruang tersebut dibanding ruang lainnya.

B. Analisis Beban Pendinginan Setiap Ruang

Letak dinding yang terkena *sunlit* pada setiap ruang berbeda, hal itu menyebabkan setiap ruang mempunyai total beban pendinginan eksternal yang berbeda pula. Berikut beban pendinginan setiap bagian ruang ditampilkan dalam grafik.



Grafik diatas menunjukkan bahwa beban pendinginan eksternal menjadi penghasil panas paling besar untuk setiap ruang. Grafik diatas juga menunjukkan ruang P 406 memiliki beban pendinginan eksternal paling besar daripada ruang yang lain.

5. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Cara mengoreksi beban pendinginan menggunakan koreksi lintang dan bulan metode CLTD untuk lintang selatan telah diketahui sehingga hasil dari perhitungan telah didapatkan dan dapat dianalisis.
2. Pengaruh kesalahan penggunaan metode CLTD koreksi lintang selatan dengan CLTD tanpa koreksi lintang selatan ternyata tidak terlalu terasa, hal ini dikarenakan pulau jawa terletak paling selatan tidak terlalu jauh dengan garis khatulistiwa atau ekuator, eror yang diperoleh untuk ruang P 403 sebesar 1,834%, P 406 sebesar 2,468%, laboratorium fisika dasar sebesar 0,28%, dan laboratorium teknik tenaga listrik sebesar 0%.

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Pengaruh shading perlu diperhitungkan.
2. Beban pendinginan yang berasal dari infiltrasi perlu diperhitungkan.

Daftar Pustaka

- [1] Nugroho, A. C. (2011). SERTIFIKASI ARSITEKTUR/BANGUNAN HIJAU:MENUJU BANGUNAN YANG RAMAH LINGKUNGAN. 13.
- [2] Handayani, T. (2010). EFISIENSI ENERGI DALAM RANCANGAN BANGUNAN .
- [3] J.D. Spitler, P. P., F.C.McQuiston, P. P., & Lindsey, K. (1993). THE CLTD/SL/CLF COOLING LOAD CALCULATION METHOD.
- [4] Sukirman, I. (2014). SISTEM TATA UDARA (HVAC) DIGEDUNG BERTINGKAT.
- [5] Luqman Buchori, S. M. (n.d.). *PERPINDAHAN PANAS (HEAT TRANSFER)*.
- [6] ASHRAE GRP 158. (1979). *Cooling and Heating Load Calculation Manual*.
- [7] Weatherbase.com. (2016). *sumber suhu dan humidity 2016*. Dipetik November 01, 2016, dari Weatherbase.com: <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=18769> sumber suhu dan humidity 2016
- [8] Gizaldi, B. (2015, Oktober Jumat). *METODE PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN*. Dipetik Juni Rabu, 2016, dari dokumen.tips: <http://dokumen.tips/documents/metode-perhitungan-beban-pendinginan.html>