# ANALISIS BEBAN PENDINGINAN DAN OTTV PADA BANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT CEMPAKA PUTIH PERMATA SURABAYA

Moch. Denis Arifin P. P.[1], Arrad Ghani Safitra[1], dan Hendrik Elvian G. P.[1]

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya[1]

*e-mail: darktheniez@gmail.com*

***ABSTRACT***

*Energy conservation is defined as the use of energy, energy and energy resources efficiently and rationally without reducing the energy usage that is really necessary. Conservation is done at one of the hospitals in Surabaya namely Cempaka Putih Maternity Hospital, Kebon Agung, Surabaya. Energy conservation is focused on the air system by calculating Cooling Load Temperature Difference (CLTD) and Overall Thermal Transfer Value (OTTV) to determine energy saving opportunities. OTTV has a standard value of ≤ 45 Watt/m$^2$ determined by SNI 03-6389-2000 while the calculation of cooling loads will be compared with the installed AC capacity. The calculation of the cooling load assuming the maximum occupancy of each room of the building Cemapaka Putih Permata Maternity Hospital including no waste when compared to the installed AC capacity but from the comfort side can be said to meet the needs. OTTV calculation result of building RSIA Cemapaka Putih Permata with OTTV value 31,47 Watt/m$^2$ including energy saving building. The applicable application based on the above analysis is the addition of AC capacity to achieve the required comfort and subsequently dikuiti application of cooling replacement with MC-22 in order to suppress the power consumption of 20%.*

***Keyword:*** *Conservation, Cooling Load, Cempaka Putih Permata Maternity Hospital, OTTV, Savings.*

**ABSTRAK**

Konservasi energi didefinisikan sebagai penggunaan energi, sumber energi dan sumber daya energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Konservasi dilakukan pada salah satu rumah sakit di Surabaya yaitu Rumah Sakit Cempaka Putih, Kebon Agung, Surabaya. Konservasi energi difokuskan pada sistem tata udara dengan metode menghitung *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) dan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) untuk mengetahui peluang penghematan energi. OTTV memiliki standar nilai yaitu ≤ 45 watt/m$^2$ yang ditentukan oleh SNI 03-6389-2000 sedangkan perhitungan beban pendinginan akan dibandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang. Hasil perhitungan beban pendinginan dengan asumsi okupansi setiap ruangan maksimum maka gedung RSIA Cemapaka Putih Permata termasuk tidak terjadi pemborosan ketika dibandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang namun dari sisi kenyamanan dapat dikatakan kurang memenuhi kebutuhan. Hasil perhitungan OTTV gedung RSIA Cemapaka Putih Permata dengan nilai OTTV sebesar 31,47 Watt/m$^2$ termasuk bangunan hemat energi. Penerapan yang dapat diterapkan berdasarkan analisa di atas yaitu penambahan kapasitas AC supaya tercapainya kenyamanan yang dibutuhkan dan selanjutnya dikuiti penerapan penggantian pendingin dengan MC-22 guna untuk menekan konsumsi daya listrik sebesar 20%.

**Kata kunci:** Beban Pendinginan, Konservasi, OTTV, Penghematan, RSIA Cemapaka Putih Permata.

## PENDAHULUAN

Tiap tahunnya, kebutuhan masyarakat akan konsumsi energi listrik semakin meningkat. Semakin tinggi konsumsi energi listrik, maka bahan baku atau bahan bakar untuk membangkitkan energi listrik seperti batu bara akan semakin meningkat. Batu bara yang merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaruhi, maka suatu saat pasti akan habis. Saat ini sering dilakukan upaya penghematan energi dan pembuatan pembangkit listrik dengan energi terbarukan.

Upaya penghematan energi salah satunya yaitu audit dan konservasi energi yang biasa diterapkan pada rumah tangga, perkantoran, rumah sakit, dan industri. Konservasi energi dapat

didefinisikan sebagai kegiatan pemanfaatan sumber energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi konsumsi energi yang benar-benar diperlukan serta dapat diterima dan tidak merugikan masyarakat dalam melakukan pekerjaan atau kegiatan.

Kegiatan audit dan konservasi energi masih jarang sekali diterapkan pada bangunan komersial di Indonesia. Oleh karena itu konservasi dilakukan pada salah satu rumah sakit di Surabaya yaitu Rumah Sakit Cempaka Putih, Kebon Agung, Surabaya dengan metode perhitungan *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) dan menghitung OTTV *(Overall Thermal Transfer Value)*. Batasan OTTV pada bangunan yaitu ≤ 45 Watt/$m^2$. Dengan memberikan harga batas tertentu untuk OTTV maka besar beban eksternal dapat dibatasi sehingga menurunkan beban pendinginan [1].

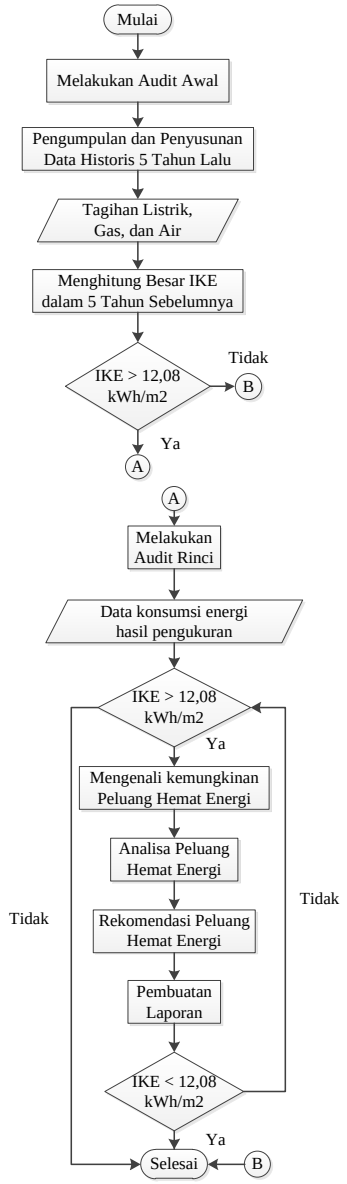
Berdasarkan uraian diatas, pemerintah Indonesia sangat menggalakkan program untuk hemat energi sebesar-besarnya terutama dibidang energi listrik. Penelitian dilakukan pada Rumah Sakit Cempaka Putih, Kebon Agung, Surabaya dengan tujuan menganalisis peluang penghematan energi dan memberikan rekomendasi investasi yang diperlukan. Pada penelitian ini diharapkan mendapatkan nilai IKE sesuai standar atau dapat dikatakan efisien pada bangunan Rumah Sakit Cempaka Putih, Surabaya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Konservasi Energi

Audit energi merupakan langkah awal dalam kegiatan konservasi energi. Konservasi energi didefinisikan sebagai penggunaan energi, sumber energi dan sumber daya energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan dan tidak menurunkan fungsi energi itu sendiri secara teknis namum memiliki tingkat ekonomi yang serendah-rendahnya, dapat diterima oleh masyarakat serta tidak pula mengganggu lingkungan [2]. Sehingga konservasi energi merupakan penekanan penggunaan energi tanpa mengurangi kenyamanan pengguna serta membuat tingkat ekonomi yang serendah-rendahnya. Pertama, dilakukan pengukuran tingkat pemakaian energi eksisting dari operasional rumah sakit dan kemudian menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang kemudian dibandingkan dengan standar di Indonesia. dengan diketahuinya perbandingan IKE dengan standar maka disitu terletak potensi penghematan dan efiensi energi [3].

## METODE




Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan dan penyisipan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dari pihak rumah sakit dan tidak memerlukan pengukuran seperti denah gedung, denah instalasi pencahayaan, single line diagram, dan tagihan pembayaran (listrik, gas, dan air) selama 5 tahun terakhir. Analisa distribusi penggunaan energi listrik pada gedung rumah sakit cempaka putih surabaya. Serta menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) selama 5 tahun sebelumnya berdasarkan data-data berikut [4]:

a. Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung ($m^2$)
b. Konsumsi Energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
c. Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh)

Audit energi rinci dilakukan apabila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE lebih tinggi dari standar. Audit rinci dimana pada tahapan ini dituntut untuk menganalisis peluang penghematan energi dari data hasil pengukuran langsung (data primer) dalam bentuk saran-saran yang dapat diterapkan kedepannya. Metode analisis peluang penghematan energi yang digunakan seperti Beban Pendinginan *(Cooling Load)* dan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang kerap diterapkan di Indonesia. Pengambilan data harus dilakukan dengan rinci baik dari dimensi bangunan, kondisi lingkungan tiap ruangan (temperatur, kelembaban, dan intensitas cahaya), jenis material penyusun bangunan (tembok, lantai, atap, jendela, dan isolasi), dan pengukuran secara langsung konsumsi energi listrik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Beban Pendinginan *(Cooling Load)*

Analisa beban pendinginan digunakan untuk mengetahui kebutuhan konsumsi energi dalam upaya mengkondisikan udara setiap ruangan pada bangunan Rumah Sakit Cempaka Putih Permata. Dimana beban pendinginan dibagi menjadi eksternal dan internal dengan persamaan sebagai berikut [5]:

Beban Pendinginan Eksternal

$$Q_{dinding} = U \times A \times CLTD_c ...(1)$$

$$Q_{jendela} = (U \times A \times CLTD_c) + (SGHF \times CLF \times SC \times A)...(2)$$

$$Q_{atap} = U \times A \times CLTD_c ...(3)$$

$$Q_{lantai} = U \times A \times (To - Ti)...(4)$$

Beban Pendinginan Internal

$$Q_{lampu} = 3{,}4 \times W \times BF \times CLF ...(5)$$

$$Q_{orang} = (qs \times n \times CLF) + (ql \times n)...(6)$$

$$Q_{ventilasi} = (1{,}1 \times CFM \times n \times (\Delta T)) + (0{,}68 \times CFM \times n \times (\Delta W))...(7)$$

$$Q_{alat} = qs \times n ...(8)$$

Tabel 1. Beban Pendinginan Lantai 1 RSIA Cempaka Putih Permata

| Nama ruangan | Q Total (BTU/hr) | Jumlah AC (PK) | Q Total (PK) | AC req (PK) | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|
| R. IGD | 10490.4153 | 0 | 1.1656 | -1.1656 | Kurang 1 PK |
| R. VIP | 5559.7400 | 0.5 | 0.6177 | -0.1177 | Sesuai |
| R. Melati | 19143.1718 | 0 | 2.1270 | -2.1270 | Kurang 2 PK |
| R. Apotik | 5034.4883 | 0.5 | 0.5594 | -0.0594 | Sesuai |
| R. Rekam Medis | 3647.9885 | 0 | 0.4053 | -0.4053 | Kurang 0.5 PK |
| R. Kantor | 4048.7902 | 0.5 | 0.4499 | 0.0501 | Sesuai |
| R. Bersalin | 8346.3202 | 1 | 0.9274 | 0.0726 | Sesuai |
| R. BKIA | 4883.9302 | 0 | 0.5427 | -0.5427 | Kurang 0.5 PK |
| R. Bayi | 4105.2446 | 0.5 | 0.4561 | 0.0439 | Sesuai |
| R. Rawat Kls II | 4876.5858 | 0.5 | 0.5418 | -0.0418 | Sesuai |
| R. Rawat Kls II | 4876.5858 | 0.5 | 0.5418 | -0.0418 | Sesuai |
| R. Rawat Kls II | 4876.5858 | 0.5 | 0.5418 | -0.0418 | Sesuai |
| R. Rawat Kls II | 4825.5858 | 0.5 | 0.5362 | -0.0362 | Sesuai |
| R. Poli | 4145.8031 | 0.5 | 0.4606 | 0.0394 | Sesuai |
| R. Laboratorium | 3171.3291 | 0.5 | 0.3524 | 0.1476 | Sesuai |
| R. Poli Anak<br>R. Poli Bedah | 4543.3840 | 0 | 0.5048 | -0.5048 | Kurang 0.5 PK |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R. Poli Penyakit Dalam | | | | | |
| R. Rawat Kls III | 7471.6906 | 0 | 0.8302 | -0.8302 | Kurang 3/4 PK |
| R. Rawat Kls III | 7212.2325 | 0 | 0.8014 | -0.8014 | Kurang 3/4 PK |
| R. Rawat Kls III | 7198.7194 | 0 | 0.7999 | -0.7999 | Kurang 3/4 PK |
| R. Poli Gigi | 4150.6162 | 0.5 | 0.4612 | 0.0388 | Sesuai |
| R. Neonatus | 2941.0875 | 0.5 | 0.3268 | 0.1732 | Kurang 2 PK |
| R. PreOp | 8734.2996 | 1.5 | 0.9705 | 0.5295 | Lebih 0.5 PK |
| R. Operasi Kecil | 7626.9736 | 0 | 0.8474 | -0.8474 | Kurang 3/4 PK |
| R. Sadar | 7087.0823 | 0 | 0.7875 | -0.7875 | Kurang 3/4 PK |
| R. Dokter | 3413.1879 | 0.5 | 0.3792 | 0.1208 | Kurang 1 PK |
| R. Operasi II | 6962.6968 | 0.5 | 0.7736 | -0.2736 | Kurang 0.5 PK |
| R. Alat Steril | 4969.2181 | 0.5 | 0.5521 | -0.0521 | Sesuai |
| R. Operasi I | 6833.5258 | 0.5 | 0.7593 | -0.2593 | Kurang 0.5 PK |
| R. Jenazah | 5936.7454 | 0 | 0.6596 | -0.6596 | Kurang 0.5 PK |
| R. Genset | 2015.7560 | 0 | 0.2240 | -0.2240 | Kurang 0.5 PK |
| R. Limen | 3921.8555 | 0 | 0.4358 | -0.4358 | Kurang 0.5 PK |
| R. Dapur | 7530.3234 | 0 | 0.8367 | -0.8367 | Kurang 3/4 PK |
| R. Gizi | 3557.2771 | 0 | 0.3953 | -0.3953 | Kurang 1 PK |
| R. Loundry | 3858.6107 | 0 | 0.4287 | -0.4287 | Kurang 0.5 PK |
| R. Gudang | 2857.1201 | 0 | 0.3175 | -0.3175 | Kurang 0.5 PK |
| R. Tunggu | 29846.9646 | 0 | 3.3163 | -3.3163 | Kurang 3.25 PK |
| R. Front Office | 16320.3457 | 0 | 1.8134 | -1.8134 | Kurang 2 PK |

Tabel 2. Beban Pendinginan Lantai 2 RSIA Cempaka Putih Permata

| Nama ruangan | Q Total (BTU/hr) | Jumlah AC (PK) | Q Total (PK) | AC req (PK) | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|
| R. Rekam Medik | 10624.3044 | 0 | 1.1805 | -1.1805 | Kurang 1 PK |
| R. Rapat Kecil | 10170.3280 | 0 | 1.1300 | -1.1300 | Kurang 1 PK |
| R. Pantry | 5464.8189 | 0.5 | 0.6072 | -0.1072 | Sesuai |
| R. Rapat Besar | 31202.7712 | 0 | 3.4670 | -3.4670 | Kurang 3.5 PK |
| R. Gudang | 4672.0242 | 0 | 0.5191 | -0.5191 | Kurang 0.5 PK |
| R. Asrama Karyawati I | 5328.1884 | 0 | 0.5920 | -0.5920 | Kurang 0.5 PK |
| R. Asrama Karyawati II | 5412.8480 | 0 | 0.6014 | -0.6014 | Kurang 0.5 PK |
| R. Asrama Karyawati III | 5412.8480 | 0 | 0.6014 | -0.6014 | Kurang 0.5 PK |

Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan beban pendinginan eksternal dan internal untuk setiap ruangan. Perhitungan total beban pendinginan kemudian dibandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang pada setiap ruangan.

Pada lantai 1, ruang tunggu memiliki total beban pendinginan yang tertinggi yaitu 29846,96 BTU/hr dan tanpa pemasangan AC sehingga memiliki kekurangan kapasitas AC sebesar 3,25 PK. Perhitungan dilakukan dengan asumsi okupansi maksimum untuk setiap ruangan sehingga ruang tunggu dengan asumsi kapasitas okupansi sebanyak ± 20 orang membuat total beban pendinginan menjadi tinggi. Pada lantai 2, ruang rapat besar memiliki total beban pendinginan yang tertinggi yaitu 31202,77 BTU/hr dan tanpa pemasangan AC sehingga memiliki kekurangan kapasitas AC sebesar 3,5 PK. Nilai total beban pendinginan yang tinggi ini juga disebabkan oleh asumsi okupansi maksimum.

Pada kedua lantai keterangan menunjukkan tidak adanya pemborosan pemakaian energi untuk AC dikarenakan hampir semua ruangan mempunyai kapasitas AC yang kurang dan sisanya adalah pemasangan AC yang sesuai dengan total beban pendinginan. Meskipun termasuk tidak terjadinya pemborosan namun kekurangan pendinginan ini dapat menyebabkan menurunnya tinggkat kenyamanan penggunaan ruangan tersebut. Oleh karena itu disarankan supaya kapasitas AC yang terpasang pada setiap ruangan ditambahkan untuk segi kenyamanan.

***Overall Thermal Transfer Value (OTTV)***

Analisa OTTV digunakan untuk mengetahui energi yang masuk kedalam bangunan yang dianalisa dari segi selubung tiap orientasi bangunan Rumah Sakit Cempaka Putih Permata. Semakin rendah nilai OTTV dari suatu bangunan, berarti semakin rendah pula beban panas yang masuk ke dalam bangunan sehingga mengakibatkan rendahnya beban sistem pendinginan [6]. Parameter penting pada OTTV yaitu WWR yang merupakan rasio jendela terhadap dinding. Dimana persamaan OTTV sebagai berikut [7]:

$$OTTV = \alpha[U_w \times (1-WWR)]TD_{ek} + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)...(9)$$

$$OTTV_{total} = \frac{\sum A \times OTTV}{\sum A}...(10)$$

Tabel 3. OTTV setiap orientasi RSIA Cempaka Putih Permata

| Orientasi | α | Uw | WWR | Tdek | SC | SF | Uf | ΔT | OTTV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Utara | 0.89 | 3.0728 | 0.0119 | 10 | 0.6236 | 130 | 5.8928 | 5 | 28.3353 |
| Selatan | 0.89 | 2.0831 | 0.0023 | 10 | 0.6025 | 97 | 5.8928 | 5 | 18.6972 |
| Timur | 0.89 | 3.0728 | 0.4594 | 10 | 0.6395 | 112 | 5.8928 | 5 | 61.2266 |
| Barat | 0.89 | 3.0728 | 0.0622 | 10 | 0.6395 | 243 | 5.8928 | 5 | 37.1498 |

OTTV keseluruhan bangunan adalah 31,4 Watt/m$^2$.

Perhitungan di atas menunjukkan hasil perhitungan OTTV untuk seluruh bangunan RSIA Cempaka Putih Permata. Berdasarkan perhitungan OTTV maka bangunan RSIA Cempaka Putih Permata termasuk bangunan hemat energi dengan nilai OTTV keseluruhan sebesar 31,47 Watt/m$^2$ (< 45 Watt/m$^2$).

**Rekomendasi**

- Penambahan kapasitas AC
  Kondisi bangunan pada RSIA Cempaka Putih Permata dapat dikatakan bahwa kekurangan pendinginan ini dapat menyebabkan menurunnya tinggkat kenyamanan penggunaan ruangan tersebut. Oleh karena itu disarankan agar kapasitas AC yang terpasang pada setiap ruangan ditambahkan. Namun dengan penambahan kapasitas AC maka didapatkan kategori yang agak boros [8].
- Penggantian pendingin menjadi MC-22
  Pada rekomendasi penambahan kapasitas AC termasuk dalam nilai yang agak boros maka dapat diterapkan penggantian pendingin menjadi MC-22. Pada penelitian sebelumnya pendingin MC-22 dapat menghemat penggunaan energi sebesar 20% [9], [10].

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan analisis maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: Proses Audit dan Konservasi telah dilaksanakan pada keseluruhan bangunan RSIA Cempaka Putih Permata, menurut hasil perhitungan pendekatan beban pendinginan dengan asumsi okupansi setiap ruangan maksimum maka gedung RSIA Cemapaka Putih Permata termasuk tidak terjadi pemborosan ketika dibandingkan dengan kapasitas AC yang terpasang namun dari sisi kenyamanan dapat dikatakan kurang memenuhi kebutuhan, menurut hasil perhitungan OTTV gedung RSIA Cemapaka Putih Permata dengan nilai OTTV sebesar 31,47 Watt/m$^2$ termasuk bangunan hemat energi karena nilainya < 45 Watt/m$^2$.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] S. Loekita, "ANALISIS KONSERVASI ENERGI MELALUI SELUBUNG BANGUNAN," vol. 8, no. 2, p. 6, 2006.
[2] H. Prasetio, "KONSERVASI ENERGI LISTRIK PADA INDUSTRI OTOMOTIF," p. 96, 2008.
[3] T. R. Adiprama and U. Ciptomulyono, "Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya," vol. 1, p. 6, 2012.
[4] A. B. K. Putra, et al, "Konservasi Energi Sektor Bangunan di Lingkungan Kampus ITS Surabaya sebagai Salah Satu Pengurangan Emisi Karbon dalam Program ECO Campus," 2014.
[5] E. G. Pita, *Air Conditioning Principles and Systems*, Fourth. Environmental Control Technology New York City Technical Collage The City University of New York.
[6] T. A. Dimas and D. Fitria, "Perbandingan Perhitungan OTTV dan ETTV Gedung Komersial - Kantor," p. 6.
[7] SNI 03-6389-2000.
[8] T. Sukisno, N. Yuniarti, and Sunyoto, "TINGKAT INTENSITAS KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO FT UNY: SEBUAH UPAYA MENUJU ISO 50001." 2014.
[9] Widyastuti, et al, "Improved Energy Saving for R22 Building Air Conditioning Retrofitted with Hydrocarbon Refrigerant, Study Case : Civil Engineering Department of ITS," 2014.
[10] S. J. Santoso, "ANALISA PERBANDINGAN KONSUMSI LISTRIK PADA AC SPLIT BERBAHAN PENDINGIN R-22 DENGAN AC SPLIT BERBAHAN PENDINGIN MC-22," p. 8.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*