

AUDIT ENERGI PADA SISTEM PENGKONDISIAN UDARA
DI GEDUNG TOWER UNIVERSITAS MERCU BUANA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



NANA

NIM: 41312120082

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2017

LAPORAN TUGAS AKHIR

AUDIT ENERGI PADA SISTEM PENGKONDISIAN UDARA
DI GEDUNG TOWER UNIVERSITAS MERCU BUANA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Nana

NIM : 41312120082

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA
KULIAHTUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)

JANUARI 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nana
NIM : 41312120082
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Laporan : AUDIT ENERGI PADA SISTEM PENGKONDISIAN
UDARADI GEDUNG TOWER UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tanpa adanya paksaan.

Jakarta, 24 Januari 2017



(Nana)

LEMBAR PENGESAHAN

Audit Energi Pada Sistem Pengkondisian Udara
Di Gedung Tower Universitas Mercu Buana



Disusun Oleh:

Nama : Nana
 NIM : 41312120082
 Program Studi : Teknik Mesin

Mengetahui

Dosen Pembimbing

(Ir. Dadang S. Permana, M.Si)

Koordinator Tugas Akhir

(Haris Wahyudi, ST, M.Sc)

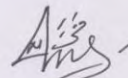
PENGHARGAAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir semester delapan ini dengan sebaik-baiknya.

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan.
2. Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc,Ph.D selaku ketua program studi teknik mesin Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Ir. Dadang Suhendra Permana, M.Si, selaku dosen pembimbing tugas akhir Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Haris Wahyudi, ST,M.Sc, selaku dosen koordinator tugas akhir Universitas Mercu Buana.
5. Rekan-rekan seperjuangan S1 Teknik^o Mesin Universitas Mercu Buana Angkatan XXII, terima kasih atas bantuan dan semangat yang telah diberikan.
6. Dan semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan serta membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 24 Januari 2017



(Nana)

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| LEMBAR PERNYATAAN | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PENGHARGAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 3 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pendahuluan | 4 |
| 2.2 Sejarah Singkat Berdirinya Kampus Universitas Mercu Buana | 4 |
| 2.3 Manajemen Energi dan Audit Energi | 5 |
| 2.4 Kualitas Beban Listrik | 7 |
| 2.4.1 Fluktuasi / Unbalance Tegangan dan Arus | 9 |
| 2.4.2 Harmonisa Tegangan dan Arus | 11 |
| 2.4.3 Faktor Daya (Cos phi) | 12 |
| 2.5 Audit Energi | 15 |
| 2.5.1 Konsep Audit Energi | 16 |

| | | | |
|----------------|-------|--|----|
| | 2.5.2 | Klasifikasi Audit Energi | 16 |
| 2.6 | | Sistem Pengkondisian Udara | 18 |
| | 2.6.1 | Faktor Pemilihan Sistem Pengkondisian Udara | 18 |
| | 2.6.2 | Proses Pengkondisian Udara FCU | 19 |
| | 2.6.3 | Komponen Sistem Pengkondisian Udara yang dilalui Sirkulasi Udara | 20 |
| | 2.6.4 | Beban Kalor Pendinginan Udara | 21 |
| | 2.6.5 | Kipas Udara dan Blower | 22 |
| | 2.6.6 | Koil Pendingin FCU | 23 |
| BAB III | | METODOLOGI PELAKSANAAN | |
| 3.1 | | Pendahuluan | 24 |
| 3.2 | | Metode Pengumpulan Data | 24 |
| 3.3 | | Waktu dan Tempat Penelitian | 25 |
| 3.4 | | Jenis Penelitian | 25 |
| 3.5 | | Variable Penelitian | 26 |
| 3.6 | | Alat dan Bahan | 26 |
| 3.7 | | Jalannya Penelitian | 26 |
| | 3.7.1 | Audit Energi Awal | 26 |
| | 3.7.2 | Audit Energi Rinci | 28 |
| BAB IV | | HASIL YANG DI CAPAI DAN POTENSI KHUSUS | |
| 4.1 | | Pendahuluan | 32 |
| 4.2 | | Audit Energi Awal | 32 |
| | 4.2.1 | Gambaran Umum | 32 |
| | 4.2.2 | Historis Penggunaan Energi | 34 |
| | 4.2.3 | Sumber Energi | 34 |
| | 4.2.4 | Konsumsi Energi Listrik Dua Tahun Terakhir | 34 |
| | 4.2.5 | Intensitas Konsumsi Energi (IKE) | 37 |

| | | | |
|--------------|--------|------------------------------------|----|
| | 4.2.6 | Sistem Kelistrikan | 38 |
| 4.3 | | Audit Energi Rinci | 39 |
| | 4.3.1 | Penentuan Titik Ukur | 40 |
| | 4.3.2 | Data dan Pengukuran | 40 |
| | 4.3.3 | Kualitas Kelistrikan | 42 |
| | 4.3.4 | Panel MDP PLN | 42 |
| | 4.3.5 | Panel SDP Gedung | 47 |
| | 4.3.6 | Distribusi Beban | 48 |
| | 4.3.7 | Selubung Bangunan | 49 |
| | 4.3.8 | Beban Pendinginan Internal | 50 |
| | 4.3.9 | Beban Pendinginan Eksternal | 51 |
| | 4.3.10 | Data dan Pengukuran | 51 |
| | 4.3.11 | Performansi AC | 52 |
| | 4.3.12 | Kualitas Kenyamanan Termal Ruangan | 53 |
| | 4.3.13 | Potensi di Sistem Tata Udara | 58 |
| BAB V | | KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 | | Kesimpulan | 60 |
| 5.2 | | Saran | 61 |
| | | DAFTAR PUSTAKA | 62 |
| | | LAMPIRAN | |
| | A | | 63 |
| | B | | 64 |

DAFTAR GAMBAR

| No. Gambar | Halaman | |
|-------------------|--|----|
| 2.1 | Potensi Konservasi energi diberbagai sektor | 6 |
| 2.2 | Harmonisa Tegangan | 11 |
| 2.3 | Harmonisa dan bentuk gelombang | 12 |
| 2.4 | Typical Perpindahan Panas pada Ruangan ber-AC | 18 |
| 2.5 | Prinsip Kerja <i>Air Conditioning</i> | 21 |
| 2.6 | Tekanan udara dan pengukuran | 24 |
| 3.1 | Diagram Alir Metodologi Penelitian | 26 |
| 4.1 | Gedung Tower Mercu Buana | 33 |
| 4.2 | Grafik Konsumsi Energi dan Biaya September 2014 - Agustus 2015 | 36 |
| 4.3 | Grafik Konsumsi Energi dan Biaya September 2015 - Agustus 2016 | 37 |
| 4.4 | Posisi Trafo <i>Incoming</i> PLN di dalam Gedung | 41 |
| 4.5 | Pengukuran <i>Incoming</i> di Panel MDP dan SDP Gedung | 42 |
| 4.6 | Grafik Profil Beban Gedung Tower Universitas Mercu Buana | 43 |
| 4.7 | Diagram Batang Nilai Aktual Cosphi Universitas Mercu Buana | 44 |
| 4.8 | Grafik <i>Unbalance</i> Tegangan | 45 |
| 4.9 | Grafik Nilai <i>V_{thd}</i> Aktual | 47 |
| 4.10 | Pie Chart Distribusi Energi | 48 |
| 4.11 | Kondisi Vegetasi Gedung Universitas Mercu Buana | 49 |
| 4.12 | Kondisi <i>Indoor</i> AC Split | 50 |
| 4.13 | Kondisi <i>Outdoor</i> AC Split | 51 |
| 4.14 | Spesifikasi dan Pengukuran Peralatan AC | 52 |

DAFTAR TABEL

| No. Tabel | | Halaman |
|------------------|--|----------------|
| 2.1 | Nilai minimum COP | 19 |
| 3.1 | Profil penggunaan energi untuk peralatan kantor | 29 |
| 3.2 | Profil penggunaan energi untuk peralatan kampus | 30 |
| 3.3 | Profil penggunaan energi untuk peralatan rumah sakit | 30 |
| 4.1 | Data penggunaan energi September 2014 - Agustus 2015 | 35 |
| 4.2 | Data penggunaan energi September 2015 - Agustus 2016 | 36 |
| 4.3 | Nilai IKE Standard ESDM No. 13/2012 | 38 |
| 4.4 | Sumber Energi yang digunakan Gedung Tower UMB | 39 |
| 4.5 | Nilai Faktor Daya Maximum, Minimum dan Rata-rata | 44 |
| 4.6 | Nilai <i>Unbalance</i> Tegangan Maximum, Minimum dan Rata-rata | 46 |
| 4.7 | Nilai <i>V_{thd}</i> Maximum, Minimum dan Rata-rata | 47 |
| 4.8 | Hasil Pengukuran di Panel SDP Gedung | 47 |
| 4.10 | Data Perhitungan AC Split | 53 |
| 4.11 | Tabel Hasil Pengukuran Kelembaban dan Temperatur | 54 |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA