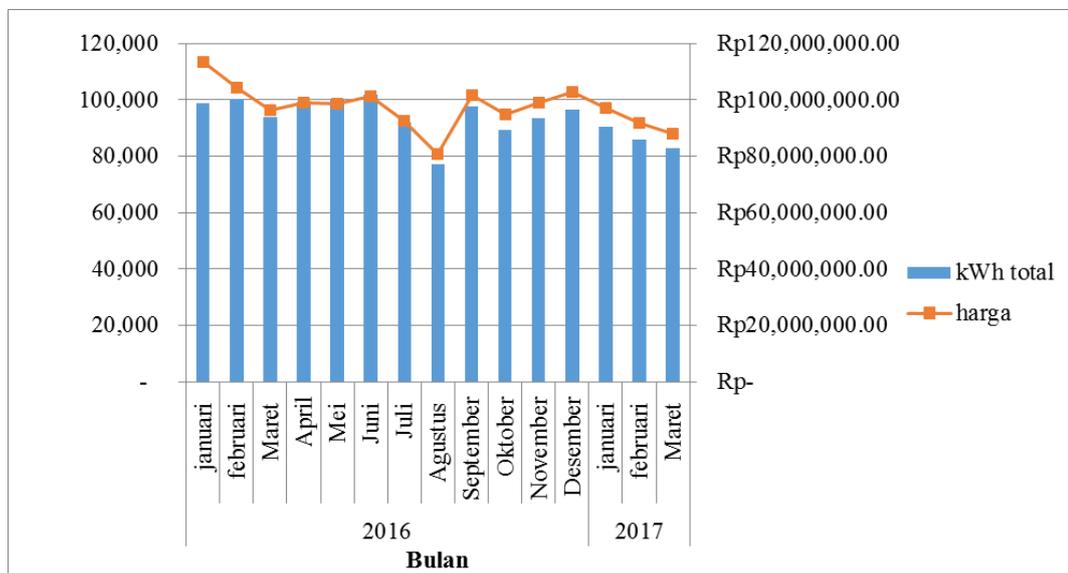


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsumsi Energi Listrik GKN 2016-2017

Konsumsi energi listrik selama tahun 2016 sesuai data dari PLN



Gambar 4.1 konsumsi Energi listrik GKN 2016-2017

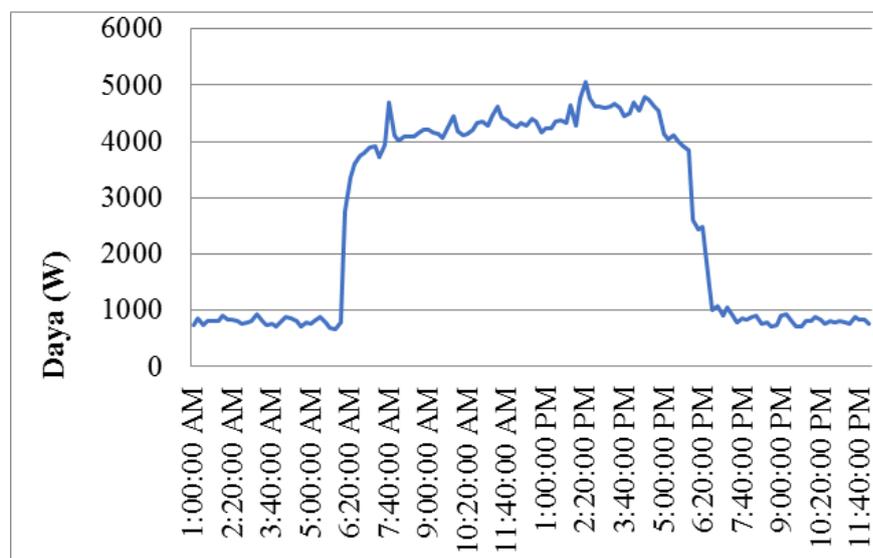
Konsumsi energi listrik pada blok C Gedung Keuangan Negara tiap bulan selama 1 tahun. Konsumsi energi listrik maksimum pada bulan Januari 2016 hal tersebut dikarenakan awal tahun banyak agenda pada GKN dan sebagian besar ruangan digunakan seperti aula dan lainnya sehingga pemakaian AC, Lampu, dan barang elektronik lainnya juga bertambah yang menyebabkan semakin meningkat pemakaian energi. Hal sebaliknya terjadi pada bulan Agustus 2016, pemakaian

energi listrik paling minimum dikarenakan banyak hari libur dan kegiatan diluar gedung GKN sehingga pemakaian energi sedikit.

Total pemakaian energi listrik pada GKN selama tahun 2016 pada saat Waktu Beban Puncak adalah 69.568 kWh dan Luar Waktu Beban Puncak 1.070.800 kWh. sehingga konsumsi energi total 1.140.368 dengan biaya yang dikeluarkan Rp 11.844.257.903,36.

4.2 Hasil Pengukuran Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik pada gedung GKN sesuai dengan hasil pengukuran menggunakan power quality. Pengukuran dilaksanakan selama 24 jam pada hari kerja yaitu pada jam kerja dan luar jam kerja.



Gambar 4.2 pengukuran penggunaan energi listrik blok C

Pada grafik menunjukkan bahwa adanya penurunan daya listrik pada pukul 2:10 siang sampai pukul 5:10 sore dengan nilai daya sebesar 5.000 ke 4.000 pada rentan waktu tersebut masih banyak karyawan yang diluar ruangan dan beban

energi listrik seperti pencahayaan dan peralatan elektronik lainnya dimatikan. Hal yang sama terjadi pada 07:40 malam terjadi penurunan secara signifikan dari 4000 menjadi 1.000, kondisi tersebut dikarenakan seluruh karyawan sudah meninggalkan kantor. Pada saat malam hari dari pukul 07:10 malam sampai 5:10 pagi penggunaan energi listrik stabil yaitu pada titik terendah dibandingkan jam kantor.

4.3 Audit Sistem Pencahayaan di GKN Blok C

Berdasarkan hasil audit yang dilaksanakan di tiap ruangan pada blok C mayoritas ruangan pada saat siang hari seluruh lampu dinyalakan, walaupun pada stop kontak lampu ada 2 gruping. Lampu dinyalakan akan tetapi tirai pada jendela terbuka hal tersebut yang mengakibatkan perilaku konsumtif. Karena sinar matahari masuk ruangan ditambah dengan panas lampu. Jam operasional lampu dari jam 8 pagi sampai jam 17:00 sore dengan jam operasional seperti itu lampu akan panas, dengan pengoperasian seperti itu akan mengakibatkan suhu ruangan juga akan meningkat karena pada saat siang hari udara dari luar juga panas. Oleh karena itu, konsumsi energi pada penerangan di Gedung Keuangan Negara termasuk kurang efisien dari segi perilaku penghuninya dan sedangkan pada peralatannya juga harus diperbaharui dengan teknologi yang lebih baik. Untuk lampu yang akan dianalisis yaitu lampu TL (Tube Lamp) dan lampu FL karena konsumsi listrik pencahayaan terbesar adalah pada kedua jenis lampu tersebut dan selain itu akan direkomendasikan untuk analisis penghematan.

4.3.1 Pengukuran Lux

Lux merupakan intensitas pencahayaan pada suatu ruangan, pada pengukuran lux menggunakan lux meter yang hasilnya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.1 pengukuran lux lantai 1

| Lantai | Sekat | Kegunaan | lux | standar SNI 6197 | Keterangan |
|--------|-------------|-------------|-------|------------------|------------|
| 1 | | R. Aula | 112.5 | 300 | < standar |
| | Utama | R. Aula | 158 | 300 | < standar |
| | | | 158 | 300 | < standar |
| | | | 158 | 300 | < standar |
| | | | 158 | 300 | < standar |
| | | | 158 | 300 | < standar |
| | 1 | R. Gudang | 158 | 100 | > standar |
| | 2 | R. Gudang | 158 | 100 | > standar |
| | | R. Gudang | - | - | |
| | Utama | | 50.5 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 50.5 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 50.5 | 250 | < standar |
| | Utama | | 55.5 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 55.5 | 250 | < standar |
| 2 | R. Toilet 2 | 55.5 | 250 | < standar | |

Nilai Lux yang terukur menggunakan lux meter mayoritas kurang dari standar SNI. Akan tetapi masih terdapat nilai lux yang melebihi nilai standar yaitu pada ruang gudang lantai 1 dengan nilai yang terukur sebesar 158 lux sedangkan standar SNI untuk ruang gudang 100 lux. jadi pada ruang gudang Kelebihan intensitas cahaya karena pada ruangan tersebut jauh dari jendela dan sempit sehingga terpusat atau cahayanya tidak dapat menyebar.

Tabel 4.2 pengukuran intensitas cahaya lantai 2

| Lantai | Sekat | Kegunaan | lux | standar SNI 6197 | Keterangan |
|--------|-------|------------------------|--------|------------------|------------|
| 2 | Utama | | 52.1 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 52.1 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 52.1 | 250 | < standar |
| | Utama | | 56.5 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 56.5 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 56.5 | 250 | < standar |
| | Utama | R. Pelayanan dan Staff | 164.1 | 350 | < standar |
| | 1 | R. Pantry | 87.3 | 300 | < standar |
| | 2 | R. Gudang | 120 | 100 | > standar |
| | Utama | | 54.2 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 54.2 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 54.2 | 250 | < standar |
| | 3 | R. Toilet 3 | 54.2 | 250 | < standar |
| | Utama | | 56.1 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 56.1 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 56.1 | 250 | < standar |
| | 3 | R. Toilet 2 | 56.1 | 250 | < standar |
| | Utama | R. Pengelolaan | 163.75 | 350 | < standar |
| | 1 | R Pantry | 180.2 | 300 | < standar |
| | 2 | R. Gudang | 84.5 | 100 | < standar |

Pada lantai 2 blok C sama seperti pada lantai 1 mayoritas kondisi ruangan tersebut intensitas cahayanya kurang dari nilai standar pencahayaan SNI 6197. Akan tetapi pada gudang ruangan seksi pelayanan lelang kondisinya lebih dari nilai standar dengan nilai terukur 120 lux dan sedangkan nilai standar 100. Pada toilet memiliki nilai lux yang rendah karena ruangannya tertutup dan tidak ada cahaya yang masuk, serta lampu yang digunakan yaitu lampu hemat energi dengan daya 8-23 watt.

Tabel 4.3 Pengukuran intensitas pada lantai 3

| Lantai | Sekat | Kegunaan | lux | standar SNI 6197 | Keterangan |
|--------|-------|--------------------------|-------|------------------|------------|
| 3 | Utama | | 51.2 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 51.2 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 51.2 | 250 | < standar |
| | 3 | R. Toilet 3 | 51.2 | 250 | < standar |
| | Utama | | 56.5 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 56.5 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 56.5 | 250 | < standar |
| | 3 | R. Toilet 3 | 56.5 | 250 | < standar |
| | Utama | R. Sekretariat | 243 | 350 | < standar |
| | 1 | R. Kerja | 250 | 350 | < standar |
| | 2 | R. Gudang | 109.2 | 100 | > standar |
| | 3 | R. CCTV | 241 | 350 | < standar |
| | 4 | R. Aula | 112.5 | 300 | < standar |
| | | Lorong | | - | |
| | Utama | R. Tunggu | 91.5 | 200 | < standar |
| | 1 | R. Sidang | 167.1 | 200 | < standar |
| | 2 | R. Sekertariat Pengganti | 182.9 | 200 | < standar |
| | 3 | R. Hakim Ketua | 208 | 200 | > standar |
| | 4 | R. Hakim Anggota 1 | 222 | 300 | < standar |
| | 5 | R. Hakim Anggota 2 | 97.4 | 300 | < standar |

Untuk lantai 3 terdapat kelebihan nilai lux yaitu pada ruang hakim ketua yang harusnya nilai standar 200 akan tetapi yang terukur adalah 208 dan ruang gudang dengan nilai lux yang terukur 109,2 nilai standar 100. Oleh karena itu harus dilakukan penggantian lampu . pada ruangan hakim ketua memiliki nilai terukur tinggi dikarenakan ruangan dekat dengan jendela dan cahaya masuk sehingga pada saat siang hari tidak diperlukan untuk menyalakan lampu.

Tabel 4.4 pengukuran lux lantai 4

| Lantai | Sekat | Kegunaan | lux | standar SNI 6197 | Keterangan |
|--------|-------|-------------|------|------------------|------------|
| 4 | Utama | | 54.5 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 54.5 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 54.5 | 250 | < standar |
| | Utama | | 55.1 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 55.1 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 55.1 | 250 | < standar |
| | Aula | Aula | 276 | 250 | > standar |
| | Utama | | 52.5 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 52.5 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 52.5 | 250 | < standar |
| | 3 | R. Toilet 3 | 52.5 | 250 | < standar |
| | Utama | | 55.3 | 250 | < standar |
| | 1 | R. Toilet 1 | 55.3 | 250 | < standar |
| | 2 | R. Toilet 2 | 55.3 | 250 | < standar |
| | 3 | R. Toilet 2 | 55.3 | 250 | < standar |
| | Aula | Aula | 276 | 300 | < standar |

Pada lantai 4 keseluruhan ruangan kondisinya kurang dari nilai standar SNI 6197 karena pada ruangan aula tersebut tidak terpakai dengan nilai terukur 276 dengan ruangan yang cukup terang.

4.3.2 Kebutuhan Lampu Ruangan

4.3.2.1 perbandingan lampu eksisting dan standar

Tabel 4.5 Data perbandingan lampu eksisting dan standar lantai 1

| Lantai | Ruangan | Kegunaan | lampu | Watt | jumlah/ armatur | Jumlah armatur | N lampu | Lux | luas (m2) | F total | N total | N standar | selisih |
|--------|-------------|----------|-------|------|-----------------|----------------|---------|-----|-----------|----------|---------|-----------|---------|
| 1 | R. Paserban | R. Aula | TL | 36 | 2 | 21 | 42 | 300 | 375 | 167411 | 79,7 | 80 | 38 |
| | R. | R. Aula | TL | 36 | 2 | 24 | 48 | 300 | 317 | 141517,9 | 67,4 | 68 | 20 |

Untuk menganalisis jumlah kebutuhan lampu yang digunakan maka membandingkan antara standar dan yang terpasang sehingga diperoleh nilai selisih antara rekomendasi dan jumlah yang ada pada GKN. contoh pada lantai 1 ruang aula.

Ruang Keraton

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= (300 \times 375\text{m}^2) / (0,8 \times 0,84) \\ &= 167.411 \text{ lumen} \end{aligned}$$

Kemudian

$$\begin{aligned} N_{\text{standar}} &= 16.711 / (2 \times 1.050 \text{ lumen}) \\ &= 79,7 \text{ lumener} \\ &= 80 \text{ lumener} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= N_{\text{terpasang}} - N_{\text{standar}} \\ &= 80 - 42 \\ &= 38 \text{ lampu} \end{aligned}$$

Sehingga pada ruang aula lumen yang dibutuhkan sesuai standar 167.411 dan jumlah lampu yang dibutuhkan sebanyak 80 apabila jumlah tersebut di pasang maka membutuhkan 40 armature karena tiap armatur berisi 2 lampu. Selisih antara yang terpasang dengan sesuai standar adalah 38 lumener yang artinya perlu penambahan armature sebanyak 19 armatur. Jumlah penambahan lampu yang harus dipasang adalah 38 lumener dan 20 lumener sehingga memerlukan 58 lampu pada lantai 1. Pada selasar dan toilet tidak memerlukan perhitungan karena sudah diganti menggunakan lampu *LED*.

Tabel 4.6 Data perbandingan lampu terpasang dan Standar lantai 2

| Lantai | Kegunaan | lampu | Watt | jumlah/ armatur | Jumlah armatur | Lux | luas (m2) | F total | N total | N standar | selisih |
|-----------|--------------|-------|------|--------------------|-------------------|-----|--------------|----------|------------|--------------|---------|
| 2 | Toilet utama | FL | 14 | 1 | 1 | 250 | 7 | 2604,2 | 3,2 | 3 | 2 |
| | tangga | FL | 8 | 1 | 1 | 250 | 7 | 2604,2 | 6,1 | 6 | 5 |
| | R. Pelayanan | TL | 36 | 2 | 21 | 350 | 279 | 145312,5 | 69,2 | 70 | 49 |
| | R. Pantry | TL | 36 | 2 | 3 | 300 | 40 | 17857,1 | 8,5 | 10 | 7 |
| | R. Gudang | TL | 36 | 2 | 3 | 100 | 50 | 7440,5 | 3,5 | 4 | 1 |
| | utama | FL | 14 | 1 | 2 | 250 | 7 | 2604,2 | 3,2 | 3 | 1 |
| | R. Toilet 1 | FL | 14 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,5 | 2 | 1 |
| | R. Toilet 2 | FL | 14 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,5 | 2 | 1 |
| | R. Toilet 3 | FL | 14 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,5 | 2 | 1 |
| | utama | FL | 14 | 1 | 2 | 250 | 7 | 2604,2 | 3,2 | 3 | 1 |
| | R. Pengelola | TL | 36 | 2 | 13 | 350 | 301 | 156770,8 | 74,7 | 76 | 63 |
| | R Pantry | TL | 36 | 2 | 3 | 300 | 39 | 17410,7 | 8,3 | 8 | 5 |
| R. Gudang | TL | 36 | 2 | 3 | 100 | 40 | 5952,4 | 2,8 | 3 | 0 | |

Jika diperhitungkan sesuai dengan standar maka akan ada penambahan armature dan jumlah lampu yang akan dipasang jumlahnya juga sangat banyak. Oleh karena itu untuk mensiasati agar tidak terjadi perombakan harus dilakukan pergantian lampu pada blok C Gedung Keuangan Negara. Hanya ruang gudang yang sesuai standar SNI 6197 dengan nilai F total 5952.4 dan Ntotal 2,8 lampu atau 3 lampu.

Toilet Utama

$$\begin{aligned}
 F_{total} &= (250 \times 7 \text{ m}^2) / (0,8 \times 0,84) \\
 &= 1750 / 0,672 \\
 &= 2.604,2 \text{ lumen}
 \end{aligned}$$

Kemudian jumlah lampu

$$\begin{aligned}
 N_{standar} &= 2.604,2 / (1 \times 810) \\
 &= 3,2 \\
 &= 3 \text{ lampu}
 \end{aligned}$$

Selisih = jumlah standar – terpasang

$$= 2 - 1$$

$$= 1 \text{ lampu}$$

Contoh perhitungan yang diambil yaitu pada toilet maka diperoleh nilai lumen yang dibutuhkan adalah 2604,2 dan jumlah kebutuhan lampu dalam 1 ruangan tersebut sebanyak 2 lampu sehingga terdapat selisih 1 lampu yang artinya perlu penambahan 1 lampu lagi.

Tabel 4.7 Data perbandingan lampu terpasang dan Standar lantai 3

| Lantai | Kegunaan | lampu | Wattage | jumlah/armatur | Jumlah armatur | N lampu | Lux | luas (m ²) | F total | N total | N standar | selisih |
|--------------------|------------------------|-------|---------|----------------|----------------|---------|-----|------------------------|---------|---------|-----------|---------|
| 3 | toilet utama | FL | 18 | 1 | 1 | 1 | 250 | 7 | 2604,2 | 2,4 | 2 | 1 |
| | R. Toilet 1 | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,5 | 2 | 1 |
| | R. Toilet 2 | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,5 | 2 | 1 |
| | R. Toilet 3 | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,5 | 2 | 1 |
| | R. Sekretariat | TL | 36 | 2 | 8 | 16 | 350 | 118 | 61197,9 | 29,1 | 30 | 14 |
| | R. Kerja | TL | 36 | 2 | 1 | 2 | 350 | 13,5 | 7031,3 | 3,3 | 3 | 1 |
| | R. Gudang | TL | 36 | 2 | 1 | 2 | 100 | 12 | 1785,7 | 0,9 | 1 | -1 |
| | R. CCTV | TL | 36 | 2 | 1 | 2 | 350 | 22 | 11458,3 | 5,5 | 6 | 4 |
| | R. Aula | TL | 36 | 2 | 12 | 24 | 300 | 155 | 69196,4 | 33,0 | 33 | 9 |
| | R. Tunggu | TL | 36 | 2 | 3 | 6 | 200 | 50 | 14881,0 | 7,1 | 8 | 2 |
| | R. Sidang | TL | 36 | 2 | 8 | 16 | 200 | 78 | 23214,3 | 11,1 | 12 | -4 |
| | R. Sekertariat Penggan | TL | 36 | 2 | 11 | 22 | 200 | 116 | 34523,8 | 16,4 | 16 | -6 |
| | R. Hakim Ketua | TL | 36 | 2 | 4 | 8 | 350 | 2,5 | 1302,1 | 0,6 | 1 | -7 |
| | Toilet | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 1 | 372,0 | 0,5 | 1 | 0 |
| | R. Hakim Anggota 1 | TL | 36 | 2 | 2 | 4 | 350 | 1 | 520,8 | 0,2 | 1 | -3 |
| R. Hakim Anggota 2 | TL | 36 | 2 | 2 | 4 | 350 | 1 | 520,8 | 0,2 | 1 | -3 | |

Pada tabel 4.7 dapat dilihat hasil selisih lampu yang dihitung ada yang sudah sesuai SNI 6179 tahun 2011 dengan selisih 0 yaitu pada ruang gudang dan pada toilet lantai 3. Pada lantai 3 total lampu yang harus ditambah adalah 24 lampu dan total lampu yang harus dikurangi 34 lampu.

Ruang Hakim Ketua 2

$$F_{total} = (350 \times 1 \text{ m}^2) / (0.8 \times 0.84)$$

$$= 350 / 0,672$$

$$= 520,8 \text{ lumen}$$

$$N_{total} = 520,8 / (4 \times 1.050)$$

$$= 520,8 / 4200$$

$$= 0,1$$

$$= 1 \text{ lampu}$$

Tabel 4.8 Data perbandingan lampu terpasang dan Standar lantai 4

| Lantai | Kegunaan | lampu | Wattage | jumlah/armatur | Jumlah armatur | N lampu | Lux | luas (m ²) | F total | Ntotal | N standar | selisih |
|--------|--------------|-------|---------|----------------|----------------|---------|-----|------------------------|----------|--------|-----------|---------|
| | Tangga | FL | 23 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| 4 | Toilet utama | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 7 | 2604,2 | 3,2 | 3 | 2 |
| | R.toilet 1 | FL | 8 | 1 | 1 | 1 | 250 | 7 | 2604,2 | 3,2 | 3 | 2 |
| | Aula | TL | 36 | 2 | 27 | 54 | 300 | 369 | 164732,1 | 78,4 | 79 | 25 |
| | Toilet utama | FL | 18 | 1 | 1 | 1 | 250 | 7 | 2604,2 | 2,4 | 3 | 2 |
| | R. Toilet 1 | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | R. Toilet 2 | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | R. Toilet 3 | FL | 14 | 1 | 1 | 1 | 250 | 3,3 | 1227,7 | 1,1 | 1 | 0 |
| | Aula | TL | 36 | 2 | 24 | 48 | 300 | 380 | 169642,9 | 80,8 | 81 | 33 |

Data yang diperoleh lampu yang terpasang pada lantai 4 apabila dibandingkan dengan nilai standar maka jumlah lampu yang harus ditambah sebanyak 34 lampu dan jumlah lampu yang sesuai dengan standar 3 lampu yang berada diruang toilet1,2,3 dekat dengan aula 2.

Ruang toilet 3

$$F_{total} = (250 \times 3.3 \text{ m}^2) / (0,8 \times 0,84)$$

$$= 825 / 0,672$$

$$= 1227,7 \text{ lumen}$$

$$N_{\text{standar}} = 1.227,7 / (1 \times 1.100)$$

$$= 1,1$$

$$= 1 \text{ lampu}$$

$$\text{Selisih} = N_{\text{standar}} - N_{\text{terpasang}}$$

$$= 1 - 1$$

$$= 0$$

4.3.3 Konsumsi energi Lampu TL

Lampu TL pada Gedung Keuangan Negara digunakan pada ruangan kerja dan dinyalakan selama 9 jam yaitu dari jam 08:00 sampai 17:00. Pada saat dilakukan audit diruangan yang ditemukan adalah :

1. Pada siang hari lampu dinyalakan keseluruhan sehingga terlalu terang untuk melakukan kerja.
2. Tirai pada jendela saat siang hari tidak ditutup dan lampu menyala.
3. Karyawan meninggalkan ruangan lama akan tetapi lampu dalam keadaan menyala.

Tabel 4.9 analisis perhitungan konsumsi energi lampu TL

| Keterangan | Hasil |
|--------------------|---|
| TL 408 x 18 W | $408 \times 18 = 7344 \text{ W} = 7,3 \text{ kW}$ |
| Jam operasi | 9 jam |
| kWh/ hari | $7,3 \text{ kW} \times 9 \text{ hour} = 66 \text{ kWh}$ |
| kWh/bulan | 1.452 kWh/bulan |
| Harga | Rp 1.503.952,56 |
| kWh/tahun | 17.424 kWh/tahun |
| Harga/tahun | Rp 18.047.430,72 |

$$\begin{aligned}\text{kWh lampu} &= (408 \text{ unit} \times 18 \text{ W} \times 9 \text{ jam})/1.000 \\ &= 66 \text{ kWh/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{kWh/bulan} &= 66 \text{ kWh/hari} \times 22 \text{ hari} \\ &= 1.452 \text{ kWh/bulan}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 1.452 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1.035,78 \\ &= \text{Rp } 1.053.952,56 \text{ (1 bulan)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{kWh/tahun} &= 1.452 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan} \\ &= \mathbf{17.424 \text{ kWh/tahun}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 17.424 \text{ kWh/tahun} \times \text{Rp } 1.035,78 \\ &= \mathbf{\text{Rp } 18.047.430,72 \text{ (1 tahun)}}$$

Hasil perhitungan yang diperoleh dari audit penerangan mayoritas ruang kerja masih menggunakan lampu TL yang lama dengan daya 18 watt tiap lampu dengan jumlah 408 unit. Oleh karena itu daya totalnya adalah 7,3 kW, untuk jam pengoperasian 9 jam perhari maka nilai dayanya 66 kWh. harga yang harus dibayar untuk kebutuhan penerangan pada blok c adalah Rp 1.503.952,56 tiap bulan.

4.3.4 Lampu FL

Lampu FL yang masih digunakan memiliki daya 7W, 14W, dan 18W peletakkannya di toilet, lorong dan tangga. Untuk jam penggunaan masih besar di

toilet sedangkan di tangga dan lorong di nyalakan dari jam 5 sore hingga jam 7 pagi baru dimatikan. Di GKN penggunaan lampu *LED* baru diterapkan di toilet hanya pada lantai 1 sampai 3 . sedangkan lantai 4 masih menggunakan lampu FL tetapi kamar mandi tersebut hampir tidak pernah digunakan.

Tabel 4.10 perhitungan konsumsi energi pada lampu FL

| Keterangan | Hasil |
|--------------------|--|
| FL 4 x 8 W | 4 x 8 W = 0,32 kW |
| FL 14 x 14 W | 14 x 14 W = 0,196 kW |
| FL 4 x 18 W | 4 x 18 W = 0,078 kW |
| FL 2 x 23 W | 2 x 23 W = 0,046 kW |
| Jam operasi | 9 jam, 14 jam dan 24 jam |
| kWh/ hari | LWBP = 4,4 kWh/hari WBP = 1,25 kWh/hari |
| kWh/bulan | LWBP = 96,01 kWh/bulan WBP = 27,5 kWh/bulan |
| Harga | Rp 142,170 |
| kWh/tahun | LWBP = 1.152 kWh/tahun WBP = 330 kWh/tahun |
| Harga/tahun | Rp 1.706.029,09 |

Pada perhitungan lampu FL 8 watt, jumlah lampu 4 dengan jam penggunaan berbeda-beda 2 x 7 dioperasikan selama 24 jam sedangkan 2 x 7 dioperasikan selama 14 jam sehingga Harga yang digunakan adalah harga WBP dan LWBP pada PLN untuk harga yang jadi acuan adalah pada bulan maret 2017 yaitu harga LWBP Rp 1.035,78 dan WBP Rp 1.553,67.

$$\begin{aligned}
\text{LWBP} &= (1 \times 8 \text{ W} \times 19 \text{ jam}) + (2 \times 8 \text{ W} \times 9 \text{ jam}) + (1 \times 8 \text{ W} \times 2 \text{ jam}) + (\\
&\quad 9 \times 14 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (1 \times 14 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (4 \times 14 \text{ W} \times 2 \text{ jam}) + \\
&\quad (3 \times 18 \text{ W} \times 19 \text{ jam}) + (1 \times 18 \text{ W} \times 2 \text{ jam}) + (2 \times 23 \text{ W} \times 9 \text{ jam}) \\
&= 0,2 \text{ kWh} + 0,14 \text{ kWh} + 0,02 \text{ kWh} + 2,4 \text{ kWh} + 0,1 \text{ kWh} + 0,11 \\
&\quad \text{kWh} + 1,03 \text{ kWh} + 0,04 \text{ kWh} + 0,41 \text{ kWh} \\
&= 4,4 \text{ kWh/hari} \\
&= 4,4 \text{ kWh} \times 22 \text{ hari} = 96,01 \text{ kWh/bulan} \\
&= \mathbf{96,01 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan} = 1.152,10 \text{ kWh/tahun}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya} &= 96,01 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1.035,78 \\
&= \text{Rp } 99.443,17 \text{ (1 bulan)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya} &= 1.152,10 \text{ kWh/tahun} \times \text{Rp } 1.035,78 \\
&= \mathbf{\text{Rp } 1.193.317,99 \text{ (1 tahun)}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{WBP} &= (1 \times 8 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (2 \times 8 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (9 \times 14 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (\\
&\quad 3 \times 18 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (2 \times 23 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) \\
&= 0,04 \text{ kWh} + 0,08 \text{ kWh} + 0,63 \text{ kWh} + 0,27 \text{ kWh} + 0,23 \text{ kWh} \\
&= 1,25 \text{ kWh/hari} \\
&= 1,25 \text{ kWh/hari} \times 22 \text{ hari} = 27,5 \text{ kWh/bulan} \\
&= 27,5 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan} = \mathbf{330 \text{ kWh/tahun}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga} &= 27,5 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1.553,67 \\
 &= \text{Rp } 42.275,93 \text{ (1 bulan)} \\
 &= 330 \text{ kWh/tahun} \times \text{Rp } 1553,67 \\
 &= \text{Rp } \mathbf{512.711,10 \text{ (1 tahun)}}
 \end{aligned}$$

Total pemakaian energi selama per-tahun

$$\begin{aligned}
 \mathbf{kWh} &= \text{LWBP} + \text{WBP} \\
 &= 1.152,10 \text{ kWh} + 330 \text{ kWh} \\
 &= \mathbf{1.482,12 \text{ kWh}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Harga} &= \text{LWBP} + \text{WBP} \\
 &= \text{Rp } 1.193.317,99 + \text{Rp } 512.711,10 \\
 &= \text{Rp } \mathbf{1.706.029,09}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk lampu jenis lainnya sama seperti perhitungan tersebut. Diperoleh jumlah kWh/ perbulan dan pertahun. Pada pengoperasiannya lampu-lampu tersebut pada malam hari sehingga terkena biaya WBP dari PLN. Nilai penggunaan energi tidak terlalu besar karena sebagian besar sudah diganti *LED* seperti lantai 1-2, selain toilet pada koridor lantai 1-2 sudah menggunakan lampu *LED* Mayoritas pengoperasian lampu paling besar yaitu pada toilet lantai 1 sampai 3.

4.4 Analisis Peluang hemat Energi

Penghematan yang perlu dilakukan untuk pencahayaan adalah :

1. Pada saat siang hari lampu dimatikan sebagian atau gruping antara pukul 11:00 sampai pukul 14:00.
2. Pada saat meninggalkan ruangan dan jam istirahat seluruh lampu dimatikan.
3. Mengganti (meretrofit) lampu seperti TL dan FL dengan lampu jenis *LED* dengan nilai lumen yang sebanding atau lebih sedikit.
4. Untuk menghemat biaya investasi maka armatur tidak dilakukan pergantian.
5. Lampu kamar mandi sebaiknya tidak dinyalakan 24 jam sehingga akan terjadi penghematan.

4.4.1 Upaya Penghematan Lampu

Dalam melakukan penghematan karena pemborosan energi listrik disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor manusia 80 % yang dimaksud faktor manusia adalah cara penggunaan energi listrik dan perilaku terhadap kesadaran akan energi. Kemudian yang kedua adalah faktor teknis 20 % sebenarnya peralatan yang digunakan itu sebagai alat bantu dalam melakukan penghematan dan melakukan penghematan yang paling utama dari sisi manusianya. Upaya penghematan yang akan dilakukan, yaitu :

4.4.1.1 Mengganti lampu TL-D18 watt dengan lampu TL LED 10 Watt.

Tabel 4. 11 Perhitungan konsumsi energi pada lampu TL LED 10 Watt

| Keterangan | Hasil |
|--------------------|---|
| TL LED 408 x 10 W | $408 \times 10 = 4080 \text{ W} = 4.1 \text{ kW}$ |
| Jam operasi | 9 jam |
| kWh/ hari | $4,1 \text{ kW} \times 9 \text{ hour} = 37 \text{ kWh}$ |
| kWh/bulan | 814 kWh/bulan |
| Harga | Rp 843.124,92 |
| kWh/tahun | 9.768 kWh/tahun |
| Harga/tahun | Rp 10.117.499,04 |

$$\text{kWh lampu} = (408 \text{ unit} \times 10 \text{ W} \times 9 \text{ jam})/1000$$

$$= 37 \text{ kWh/hari}$$

$$\text{kWh/bulan} = 37 \text{ kWh/hari} \times 22 \text{ hari}$$

$$= 814 \text{ kWh/bulan}$$

$$\text{Biaya} = 814 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1.035,78$$

$$= \text{Rp } 843.124,92 \text{ (1 bulan)}$$

$$\text{kWh/tahun} = 814 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \mathbf{9.768 \text{ kWh/tahun}}$$

$$\text{Biaya} = 9.768 \text{ kWh/tahun} \times \text{Rp } 1.035,78$$

$$= \mathbf{\text{Rp } 10.117.499,04 \text{ (1 tahun)}}$$

Pada perhitungan TL *LED* diperoleh kWh per hari yaitu 37 kWh/hari kemudian untuk tiap bulan dikalikan dengan hari kerja GKN 22 hari yaitu 814 kWh/bulan dengan biaya per kWh adalah Rp 1035 pada LWBP maka biaya yang harus dibayarkan sebesar Rp 843.124,92 per bulan khusus blok C. Kemudian, untuk dijadikan per tahun maka dikalikan 12 bulan. Diperoleh kWh per tahun 9.768 kWh/tahun dengan biaya yang dibayarkan Rp 10.117.499,04.

4.4.1.2 Mengganti lampu FL menjadi *LED* Bulb

Tabel 4.12 perhitungan lampu *LED* Bulb 6 W, 10 W dan 13 W

| Keterangan | Hasil |
|--------------------|--|
| FL 4 x 6 W | $4 \times 6 = 24 \text{ W} = 0,24 \text{ kW}$ |
| FL 14 x 10 W | $14 \times 10 \text{ W} = 0,14 \text{ kW}$ |
| FL 6 x 13 W | $6 \times 13 \text{ W} = 0,078 \text{ kW}$ |
| Jam operasi | 9 jam, 14 jam dan 24 jam |
| kWh/ hari | LWBP = 3,1 kWh/hari WBP = 0,9 kWh/hari |
| kWh/bulan | LWBP = 67,65 kWh/bulan WBP = 19,03 kWh/bulan |
| Harga | Rp 99.636,86 |
| kWh/tahun | LWBP = 811,8 kWh/tahun WBP = 228,36 kWh/tahun |
| Harga/tahun | Rp 1.195.642,29 |

$$\begin{aligned}
\text{LWBP} &= (1 \times 6\text{W} \times 19 \text{ jam}) + (2 \times 6 \text{ W} \times 9 \text{ jam}) + (1 \times 6 \text{ W} \times 2 \text{ jam}) + \\
&\quad (9 \times 10 \text{ W} \times 19 \text{ jam}) + (1 \times 10 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (4 \times 10 \text{ W} \times 2 \\
&\quad \text{jam}) + (3 \times 13 \text{ W} \times 19 \text{ jam}) + (1 \times 13 \text{ W} \times 2 \text{ jam}) + (2 \times 13 \\
&\quad \text{W} \times 9 \text{ jam}) \\
&= 0,1 \text{ kWh} + 0,11 \text{ kWh} + 0,01 \text{ kWh} + 1,7 \text{ kWh} + 0,1 \text{ kWh} + \\
&\quad 0,08 \text{ kWh} + 0,74 \text{ kWh} + 0,03 \text{ kWh} + 0,23 \text{ kWh} \\
&= 3,1 \text{ kWh/hari} \\
&= 3,1 \text{ kWh/hari} \times 22 \text{ hari} = 67,65 \text{ kWh/bulan} \\
&= 67,65 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan} = \mathbf{811,8 \text{ kWh/tahun}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya} &= 67,65 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1.035,78 \\
&= \text{Rp } 70.070,52 \text{ (1 bulan)} \\
&= 811,8 \text{ kWh/tahun} \times \text{Rp } 1.035,78 \\
&= \mathbf{\text{Rp } 840.846,20 \text{ (1 tahun)}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{WBP} &= (1 \times 6 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (2 \times 6 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (9 \times 10 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) \\
&\quad + (3 \times 13 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) + (2 \times 13 \text{ W} \times 5 \text{ jam}) \\
&= 0,03 \text{ kWh} + 0,06 \text{ kWh} + 0,5 \text{ kWh} + 0,2 \text{ kWh} + 0,13 \text{ kWh} \\
&= 0,9 \text{ kWh/ hari} \\
&= 0,9 \text{ kWh/hari} \times 22 \text{ hari} = 19,03 \text{ kWh} \\
&= 19,03 \text{ kWh/bulan} \times 12 \text{ bulan} = \mathbf{228,36 \text{ kWh/tahun}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Biaya} &= 19,03 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 1.553,67 \\
&= \mathbf{\text{Rp } 29.566,34 \text{ (1 bulan)}} \\
&= 228,36 \text{ kWh/tahun} \times \text{Rp } 1.553,67 \\
&= \mathbf{\text{Rp } 354.796,08 \text{ (1 tahun)}}
\end{aligned}$$

Maka total energi selama 1 tahun

$$\mathbf{kWh_{total}} = LWBP + WBP$$

$$= 811,8 \text{ kWh/tahun} + 228,36 \text{ kWh/tahun}$$

$$= \mathbf{1.040,16 \text{ kWh/tahun}}$$

$$\mathbf{Biaya} = LWBP + WBP$$

$$= \text{Rp } 840.846,20 + \text{Rp } 354.796,08$$

$$= \mathbf{\text{Rp } 1.195.642,29}$$

4.4.1.3 Penghematan yang diperoleh pada sistem pencahayaan

Tabel 4. 13 Penghematan Sistem Pencahayaan

| No | Lampu | Watt | kWh/tahun | Harga |
|---------------------|---------|-----------------------|-----------|------------------|
| 1. | TL | 18 W | 17.424 | Rp 18.047.430,72 |
| 2. | FL | 8 W, 14 W, 18 W, 23 W | 1.482,12 | Rp 1.706.029,29 |
| Total | | | 18.096,12 | Rp 19.706.029,29 |
| 3. | TL LED | 10 W | 9.768 | Rp 10.117.499,04 |
| 4. | LEDBulb | 6 W, 10 W, 13 W | 1.040,16 | Rp 1.195.642,29 |
| Total | | | 10.808,16 | Rp 11.313.141,3 |
| Selisih/Penghematan | | | 8.097,96 | Rp 8.440.318,68 |

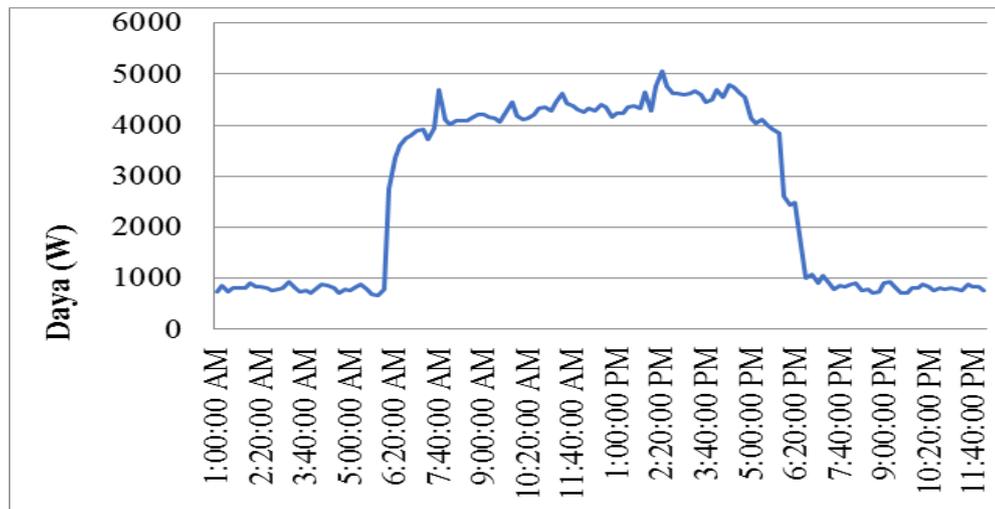
4.5 Sistem Tata Udara

Pada audit tata udara pada Gedung Keuangan Negara masuk dalam kategori boros karena :

1. Operasional Chiller mulai pukul 06:30 dan dimatikan pada pukul 17:30 sore sehingga jangka waktu tersebut sekitar 11 jam

2. Sekat ruangan pada blok C adalah sementara bukan dari awal pembangunan sehingga terdapat ruangan yang sempit dan luas akan tetapi temperature setting control pada 10 °C hal itu terjadi karena ruangan yang luas masih merasa panas akan tetapi ruangan yang sempit merasa kedinginan.
3. Beban penghuni yang tidak seimbang tiap ruangan yang menyebabkan terjadinya tidak merata setting control AC
4. Pada ruang keratin yang difungsikan sebagai ruang rapat ataupun pertemuan terdapat AC split yang difungsikan bersamaan dengan AC central. Hal tersebut menambah konsumsi energi.
5. masih terdapat ruangan pada saat chiller dinyalakan akan tetapi tirai pada jendela tidak ditutup sehingga panas tersebut yang menyebabkan Chiller tidak terasa dingin.
6. Pintu pada tiap ruangan tidak dipasang penutup otomatis sehingga masih banyak karyawan ataupun tamu yang lupa tidak menutup pintu kembali dan yang menyebabkan dingin pada ruangan hilang.

4.5.1 Hasil pengukuran SDP AC Blok C



Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Daya

Pada sistem tata udara pada saat beban 100 persen yaitu pada pukul 07:40 sampai pukul 12:20 dengan daya rata-rata 5.456 W khusus pada blok C gedung keuangan negara, rentang waktu tersebut merupakan waktu saat pegawai mulai datang ke kantor dan menjelang jam istirahat. Sehingga disebut beban puncak di Gedung Keuangan Negara untuk penggunaan pendingin ruangan. Saat menjelang jam istirahat suhu ruangan naik karena cuaca diluar cukup panas dan terjadi penurunan setting AC yang akan berakibat pada tower pendingin pada chiller memerlukan daya lebih besar dalam mendinginkan air. Daya yang terpasang pada SDP AC blok C sebesar 32.200 W atau 32,2 kW, Kondisi tersebut akan menurun pada saat jam istirahat.

4.5.2 AC dinyalakan jam 06:30 sampai 17:30

Tabel 4.14 Perhitungan AC dinyalakan Pukul 06:30 sampai 17:30

| Keterangan | Hasil |
|---------------------------|--|
| Penggunaan (06:30- 17:30) | 59,35 kW |
| Jam operasi | 11,5 jam |
| kWh/ hari | $59,35 \text{ kW} \times 11,5 \text{ hour} = 682,53 \text{ kWh}$ |
| kWh/bulan | 15.015,66 kWh/bulan |
| Harga | Rp 15.552.920,31 |
| kWh/tahun | 180.187,92 kWh/tahun |
| Harga/tahun | Rp 186.635.043,78 |

Pengoperasian chiller dari jam 06:30 pagi sedangkan karyawan GKN sampai dikantor jam 8 selama 1,5 jam Chiller dinyalakan tanpa di gunakan. Chiller cukup dinyalakan 1 jam sudah dingin untuk kebutuhan GKN tanpa ada kegiatan yang memakai ruang aula atau saat ada acara. Khusus untuk acara biasanya petugas menyalakan *Chiller* pada pukul 06:30 sampai 17:30 maka daya yang digunakan selama waktu tersebut besar.

4.5.3 Apabila AC dinyalakan dari jam 7 sampai jam 15:30

Tabel 4. 15 Perhitungan AC dinyalakan Pukul 7 sampai pukul 15:30

| Keterangan | Hasil |
|---------------------------|----------------------------------|
| Penggunaan (06:30- 17:30) | 48,98 kW |
| Jam operasi | 8,5 jam |
| kWh/ hari | 48,98 kW x 8.5 hour = 416,30 kWh |
| kWh/bulan | 9.158,50 kWh/bulan |
| Harga | Rp 9.486.195,81 |
| kWh/tahun | 109.902,1 kWh/tahun |
| Harga/tahun | Rp 113.834.349,74 |

Apabila chiller dinyalakan pada pukul 7 sampai 15:30 maka penggunaan energi listriknya sebesar 9.158,50 kWh dan biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp 9.486.195,81. apabila diperhitungkan dalam 1 tahun biaya yang harus dibayarkan adalah Rp 113.834.349,74

4.5.4 Tabel penghematan

Tabel 4.16 Data penghematan jam operasional AC

| No | Jam opsional | kWh | Harga/tahun |
|--------------------|--------------|------------------|----------------------|
| 1. | 06:30-17:30 | 180.187.92 | Rp 186.635.043,78 |
| 2. | 07:00-15:30 | 109.902.1 | Rp 113.834.349,74 |
| Penghematan | | 70.285.82 | Rp 72.800.649 |

4.5.5 COP

COP atau *Coefficient Of Performance* diperlukan untuk menilai performa Chiller sehingga nilai tersebut sudah sesuai dengan standar atau belum.

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \frac{\text{Efek Pendinginan (kW)}}{\text{Energi Input (kW)}} \\ &= \frac{640 \text{ kW}}{235 \text{ kW}} \\ &= 2,72 \end{aligned}$$

Apabila dinilai dari SNI tentang konservasi tata udara nilai tersebut dibawah nilai standar COP seharusnya nilai COP= 2,80 sehingga dapat dilihat jika Chiller di GKN dibawah nilai COP dengan efisiensi yang kurang.

Spesifikasi mesin refrigerasi

Merk : Mc Quay

Tipe Mesin Refrigerasi : Air Cooled Screw Chiller

Efek Pendinginan : 640 kW

Energi Input : 235 kW

4.5.5 Perbandingan Kebutuhan AC

Tabel 4. 17 Perhitungan Kebutuhan AC

| Lantai | FCU | Kapasitas FCU (BTUH) | Luas | Tinggi ruang | t/3 | pk | btuh |
|--------|---------------|----------------------|-------|--------------|-----|----|--------|
| 1 | FCU No. S. 07 | 100000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.08 | 100000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.09 | 100000 | 187.5 | 2.8 | 0.9 | 11 | 105000 |
| | FCU No. S.10 | 75000 | 187.5 | 2.8 | 0.9 | 11 | 105000 |
| 2 | FCU No. S.11 | 75000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.12 | 100000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.13 | 100000 | 190 | 2.8 | 0.9 | 11 | 106400 |
| | FCU No. S.14 | 100000 | 190 | 2.8 | 0.9 | 11 | 106400 |
| 3 | FCU No. S.28 | 100000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.29 | 100000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.30 | 100000 | 380 | 2.8 | 0.9 | 21 | 212800 |
| 4 | FCU No. S.32 | 75000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.33 | 100000 | 184.5 | 2.8 | 0.9 | 10 | 103320 |
| | FCU No. S.34 | 125000 | 190 | 2.8 | 0.9 | 11 | 106400 |
| | FCU No. S.35 | 125000 | 190 | 2.8 | 0.9 | 11 | 106400 |

$$\begin{aligned}
 PK\ AC &= \frac{A \times t}{3} (200) \\
 &= \frac{184.5 \times 2.8}{3} (200) \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BTUH &= A \times t \times 200 \\
 &= 184,5 \times 2,8 \times 200 \\
 &= 103.320
 \end{aligned}$$

Perbandingan antara yang ada pada spesifikasi dan yang terhitung terdapat perbedaan dan BTUH AC kurang dari kebutuhannya dan hal tersebut harus diperbaiki dengan cara meningkatkan performa dengan memodifikasi atau mengganti pada FCU. Kebutuhan AC terpasang dengan luas ruangan tidak

imbang yang menyebabkan penghuni menyalakan AC dengan suhu yang minim dan hal tersebut yang menyebabkan konsumsi energi secara berlebih.

4.6 Analisis kelayakan proyek

Analisis kelayakan proyek merupakan analisis yang digunakan untuk menilai sebuah proyek layak dilaksanakan atau tidak. Beberapa analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

4.6.1 Cash Outflow

4.6.1.1 investasi Lampu

Untuk investasi masing-masing lampu dapat dilihat pada masing-masing tabel perhitungan. Lampu yang di investasikan adalah lampu TL D 18 watt, FL 8 W, 14 W, 18 W, dan 23 W untuk mengansumsikan sebelum adanya pergantian. Lampu yang sebagai perbandingan adalah lampu *LED* yang meliputi TL *LED* 10 W, *LED* Bulb 6 W, 10 W, dan 13 W.

Asumsi harga lampu yang terpasang ataupun lampu *LED* yang digunakan diambil dari www.grosirlampu.wordpress.com . selain lampu, harga armature (rumah lampu) diambil dari web yang sama.

Tabel 4.18 Perhitungan Investasi Lampu TL 18 Watt

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|----------------------|
| Armature | 204 | Rp 200.000 | Rp 40.800.000 |
| TL 18 W | 408 | Rp 11.000 | Rp 4.448.000 |
| Biaya Pemasangan | 408 | Rp 40.000 | Rp 16.320.000 |
| Total | - | - | Rp 61.568.000 |

Tabel 4.19 Perhitungan Investasi Lampu TL *LED* 10 Watt

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|--------------------|--------|--------------|-----------------------|
| TL <i>LED</i> 10 W | 408 | Rp 200.000 | Rp 102.000.000 |
| Biaya Pemasangan | 408 | Rp 40.000 | Rp 16.320.000 |
| Total | - | - | Rp 118.320.000 |

Tabel 4.20 Perhitungan Investasi lampu FL 8 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|-------------------|
| FL 8 W | 4 | Rp 18.500 | Rp 74.000 |
| Biaya Pemasangan | 4 | Rp 40.000 | Rp 160.000 |
| Fitting lamp | 4 | Rp 10.000 | Rp 40.000 |
| Total | - | - | Rp 274.000 |

Tabel 4.21 Perhitungan Investasi lampu *LED* Bulb 6 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|-------------------|
| <i>LED</i> 8 W | 4 | Rp 32.000 | Rp 128.000 |
| Biaya Pemasangan | 4 | Rp 40.000 | Rp 160.000 |
| Total | | | Rp 288.000 |

Tabel 4.22 Perhitungan Investasi lampu FL 14 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|------------|
| FL 14 W | 14 | Rp 30.500 | Rp 427.000 |
| Biaya Pemasangan | 14 | Rp 40.000 | Rp 560.000 |
| Fitting lamp | 14 | Rp 10.000 | Rp 140.000 |

Total **Rp 1.127.000**

Tabel 4. 23 Perhitungan Investasi Lampu *LED* Bulb 10 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|---------------------|
| <i>LED</i> 10 W | 14 | Rp 135.000 | Rp 1.890.000 |
| Biaya Pemasangan | 14 | Rp 40.000 | Rp 560.000 |
| Total | | | Rp 2.450.000 |

Tabel 4. 24 Perhitungan Investasi Lampu FL 18 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|-------------------|
| FL 23 W | 4 | Rp 31.500 | Rp 126.000 |
| Biaya Pemasangan | 4 | Rp 40.000 | Rp 160.000 |
| Fitting lamp | 4 | Rp 10.000 | Rp 40.000 |
| Total | | | Rp 326.000 |

Tabel 4. 25 Perhitungan Investasi Lampu FL 23 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------------|--------|--------------|-------------------|
| FL 23 W | 2 | Rp 38.500 | Rp 77.000 |
| Biaya Pemasangan | 2 | Rp 40.000 | Rp 80.000 |
| Fitting lamp | 2 | Rp 10.000 | Rp 20.000 |
| Total | | | Rp 177.000 |

Tabel 4. 26 Perhitungan Investasi Lampu *LED* 13 W

| Keterangan | jumlah | Harga satuan | Hasil |
|------------|--------|--------------|-------|
|------------|--------|--------------|-------|

| | | | |
|------------------|---|------------|---------------------|
| <i>LED</i> 10 W | 6 | Rp 169.300 | Rp 1.015.800 |
| Biaya Pemasangan | 6 | Rp 40.000 | Rp 240.000 |
| Total | | | Rp 1.255.800 |

Total biaya investasi

1. Lampu *LED* = Rp 122.313.800
2. Lampu TL dan CFL = Rp 63.472.000

Nilai investasi lampu *LED* lebih mahal dibandingkan dengan jenis lampu TL maupun CFL. Hal tersebut sangat wajar karena lampu *LED* memiliki umur ekonomis yang lebih lama dan memiliki keunggulan dibandingkan jenis lampu lain. Lampu *LED* memiliki penghematan lebih tinggi dengan perbandingan lumen yang sama akan tetapi daya yang dibutuhkan lampu lebih rendah dibanding lampu jenis lainnya.

4.6.1.2 *Out flow*

Biaya pemasangan yang diperlukan pada GKN untuk blok C adalah Rp 40.000 untuk 1 lampu sehingga hasilnya Rp 17.680.000. Out flow ada 2 skenario yaitu pada investasi 100% dan investasi 50%.

Skenario 1 investasi 100%

Tabel 4. 27 perhitungan investasi skenario 1

| Keterangan | Hasil |
|------------------|-----------------------|
| investasi | Rp 105.033.800 |
| Biaya Pemasangan | Rp 17.680.000 |
| Total | Rp 122.713.800 |

Skenario 2 Investasi 50 %

Tabel 4. 28 Perhitungan investasi skenario 2

| Keterangan | Hasil |
|------------------|----------------------|
| investasi | Rp 52.516.900 |
| Biaya Pemasangan | Rp 17.680.000 |
| Total | Rp 70.196.900 |

4.6.2 Inflow

Untuk perhitungan *inflow* atau kas masuk setelah dilakukan penghematan pada sistem tata udara dan sistem pencahayaan. Pada penghematan tersebut telah dihitung sesuai dengan tabel 4.13 .

Skenario 1

Tabel 4.29 Perhitungan penghematan Skenario 1

| Keterangan | Hasil |
|---------------------|----------------------|
| Penghematan lampu | Rp 8.440.318 |
| Penghematan chiller | Rp 72.800.649 |
| Total | Rp 81.240.967 |

Skenario 2

Tabel 4.30 Perhitungan Penghematan Skenario 2

| Keterangan | Hasil |
|-------------------|--------------|
| Penghematan lampu | Rp 4.220.159 |

| | |
|---------------------|----------------------|
| Penghematan chiller | Rp 72.800.649 |
| Total | Rp 77.020.808 |

4.6.3 Cash Flow

Cash flow atau aliran kas merupakan selisish antara *cash inflow* dan *cash outflow*. Aliran kas tersebut nantinya yang akan di diskontokan sesuai dengan tingkat suku bunga.

Skenario 1

Tabel 4.31 Perhitungan *Cash Flow*

| Tahun | Cash Flow |
|-------|-----------------|
| 0 | Rp -122.713.800 |
| 1 | Rp 81.240.967 |
| 2 | Rp 81.240.967 |
| 3 | Rp 81.240.967 |
| 4 | Rp 81.240.967 |
| 5 | Rp 91.744.347 |

Cash Flow ke- 0 = *cash inflow* – *cash outflow*

$$= 0 - 122.713.800$$

$$= \text{Rp } -122.713.800$$

Cash Flow ke- 1 sampai 4

$$= \text{Cash inflow} - \text{Cash Outflow}$$

$$= \text{Rp } 81.240.967 - 0$$

$$= \text{Rp } 81.240.967$$

Cash Flow ke-5= Cash Inflow – Cash Outflow

$$= \text{Rp } 91.744.347 - 0$$

$$= \text{Rp } 91.744.347$$

Untuk penghematan tahun ke 0 belum ada dikarenakan baru dimulai investasi sehingga nilainya 0 sehingga hasil nilai arus kas Rp -122.713.800, pada tahun ke 1 sampai 4 tidak terdapat pengeluaran untuk investasi ataupun perawatan sehingga hasilnya positif yaitu Rp 125.147.491,07. pada tahun ke 5 terdapat *salvage value* atau nilai sisa dan nilai sisa tersebut 10% dari harga awal (Gittinger,1986), hasilnya adalah Rp 91.744.347.

Skenario 2

Tabel 4. 32 Perhitungan *Cash Flow* 2

| Tahun | Cash Flow |
|-------|----------------|
| 0 | Rp -70.196.900 |
| 1 | Rp 77.020.808 |
| 2 | Rp 77.020.808 |
| 3 | Rp 77.020.808 |
| 4 | Rp 77.020.808 |
| 5 | Rp 82.272.498 |

Cash Flow ke – 0 = Cash Inflow – Cash Out Flow

$$= 0 - 70.196.900$$

$$=\text{Rp } - 70.196.900$$

Cash Flow ke 2 sampai 4

$$= \text{Cash Inflow} - \text{Cash Out Flow}$$

$$= \text{Rp } 77.020.808 - 0$$

$$= \text{Rp } 77.020.808$$

Cash Flow ke-5 = *Cash Inflow* – *Cash Out Flow*

$$= \text{Rp } 82.272.498 - 0$$

$$= \text{Rp } 82.272.498$$

Pada scenario 2 nilai investasi setengah dari investasi awal sehingga nilai penghematannya juga setengah dari nilai awal yaitu 77.020.808 sama seperti nilai aliran kas dikarenakan tidak ada pergantian atau perawatan jadi tahun ke 2 sampai 5 terdapat penghematan. scenario 2 ini aliran kas terbesar pada tahun ke 5 yaitu 82.272.498.

4.6.4 Present Value

Present Value atau nilai saat ini yang akan di diskontokan sesuai dengan suku bunga saat pengolahan data (maret 2017) dengan tingkat suku bunga sebesar 4.75%. suku bunga acuan yang diambil adalah suku bunga pada Bank Indonesia (www.bi.go.id).

Skenario 1

Tabel 4. 33 Perhitungan *Present Value* Skenario 1

| Tahun ke- | DF (i) | PV |
|-----------|--------|-----------------|
| 0 | 5% | Rp -122.713.800 |

| | | |
|---|----|------------------|
| 1 | 5% | Rp 77.372.349,52 |
| 2 | 5% | Rp 73.687.951,93 |
| 3 | 5% | Rp 70.179.001,84 |
| 4 | 5% | Rp 66.837.144,61 |
| 5 | 5% | Rp 71.884.096,50 |

$$PV = \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^n}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun ke-0} &= \frac{-122.713.800}{(1+0,05)^0} \\ &= \text{Rp } -122.713.800 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun ke-1} &= \frac{81.240.967}{(1+0,05)^1} \\ &= \text{Rp } 77.372.349,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun ke-2} &= \frac{81.240.967}{(1+0,05)^2} \\ &= \text{Rp } 73.687.951,93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Present Value (+)} &= PV 1 + PV 2 + PV 3 + PV 4 + PV 5 \\ &= 77.372.349,52 + 73.687.95,93 + 70.179.001,84 + \\ &\quad 66.837.144,61 + 71.884.096,50 \\ &= \text{Rp } 359.960.544,39 \end{aligned}$$

$$\text{Present Value (-)} = \text{Rp } -122.713,80$$

Skenario 2

Tabel 4. 34 Perhitungan *Present Value* Skenario 2

| Tahun ke- | DF (i) | PV |
|-----------|--------|----------------|
| 0 | 5% | Rp -70.196.900 |

| | | |
|---|----|------------------|
| 1 | 5% | Rp 73.353.150,48 |
| 2 | 5% | Rp 69.860.143,31 |
| 3 | 5% | Rp 66.533.469,82 |
| 4 | 5% | Rp 63.365.209,35 |
| 5 | 5% | Rp 64.462.654,96 |

$$PV = \frac{Cash\ Flow}{(1+i)^n}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun ke-0} &= \frac{-70.196.900}{(1+0,05)^0} \\ &= -70.196.900 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tahun ke-1} &= \frac{77.020.808}{(1+0,05)^1} \\ &= 73.353.150,48 \end{aligned}$$

Sehingga nilai *Present Value*

$$\begin{aligned} PV (+) &= 73.353.150,48 + 69.860.143,31 + 66.533.469,82 + 63.365.209,35 + \\ &\quad 64.462.654,96 \\ &= 337.574.627,92 \end{aligned}$$

$$PV (-) = - 70.196.900$$

4.6.5 Net B/C

Net B/C merupakan perbandingan dari Benefit (keuntungan) dibandingkan dengan Cost (pengeluaran). proyek dapat diterima apabila nilai *Net B/C* lebih dari 1 dan proyek ditolak jika nilai *Net B/C* kurang dari 1.

Skenario 1

$$\begin{aligned}
 \text{Net B/C} &= \frac{PV(+)}{-(PV(-))} \\
 &= \frac{550.052.816,04}{-(-122.713.800)} \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Nilai *Net B/C* = 4 sehingga proyek layak untuk dilanjutkan. Untuk *Net B/C* maka dalam menjalankan proyek terdapat nilai manfaat sebesar 4 rupiah tiap tahunnya.

Skenario 2

$$\begin{aligned}
 \text{Net B/C} &= \frac{PV(+)}{-(PV(-))} \\
 &= \frac{337.574.627,92}{-(-70.196.900)} \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Semakin kecil nilai investasi dan penghematan maka nilai manfaat proyek semakin besar, pada perhitungan ini nilai manfaatnya 5 rupiah. Proyek ini layak untuk dilaksanakan.

4.6.6 Net Present Value

Net Present Value adalah jumlah antara *Present Value* positif dan *Present Value* negatif. Metode ini menggunakan nilai bunga diskonto yang mempengaruhi *inflow*. Selain itu dengan metode ini memperhatikan nilai uang sekarang dengan waktu mendatang sehingga metode ini diharapkan satu rupiah saat ini lebih berharga dibandingkan dengan nilai pada waktu yang akan datang. Dalam perhitungan *NPV* tingkat suku bunga sudah ditentukan.

Skenario 1

$$NPV = -\text{nilai proyek} + \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^1} + \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^n}$$

$$= PV(-) + PV(+)$$

$$NPV = -122.713.800 + 119.188.086,73 + 113.512.463,56 + 108.107.108,15$$

$$+ 102.959.150,62 + 106.286.006,99$$

$$= 427.339.016,04$$

Skenario 2

$$NPV = -\text{nilai proyek} + \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^1} + \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\text{Cash Flow}}{(1+i)^n}$$

$$NPV = -70.196.900 + 73.353.150,48 + 69.860.143,31 + 66.533.469,82 +$$

$$63.365.209,35 + 64.462.654,96$$

$$= 267.377.727,92$$

4.6.7 IRR (Internal Rate Return)

IRR (Internal Rate of Return) merupakan metode yang digunakan untuk mencari rata-rata pengembalian uang yang dinyatakan dalam persen. Disini nilai *IRR* harus dicari sendiri tingkat bunganya. *IRR* digunakan untuk mencari titik impas atau modal kembali.

Skenario 1

Syarat *IRR* adalah $NPV = 0$

Hasil *IRR* di Excel

$$IRR = 60.467882\%$$

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

$$= 50 + \frac{5.080.362,93}{5.080.362,93 - (-11.384.239,39)} (60 - 50)$$

$$= 50 + \frac{5.080.362,93}{16.464.602,32} \quad (10)$$

$$= 50 + 3,085$$

$$= 53,085 \%$$

$$\text{Error} = 60,467882\% - 53,085 \%$$

$$= 7,3828 \%$$

Skenario 2

Hasil dari perhitungan di Excel

$$IRR = 107,047972 \%$$

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1)$$

$$= 90 + \frac{4.927.668,69}{5.080.362,93 - (-1.763.821,65)} (110 - 100)$$

$$= 90 + \frac{4.927.668,69}{6.691.490,344} \quad (10)$$

$$= 90 + 0,73 \quad (10)$$

$$= 97,3 \%$$

$$\text{Error} = 107,047972\% - 97,3 \%$$

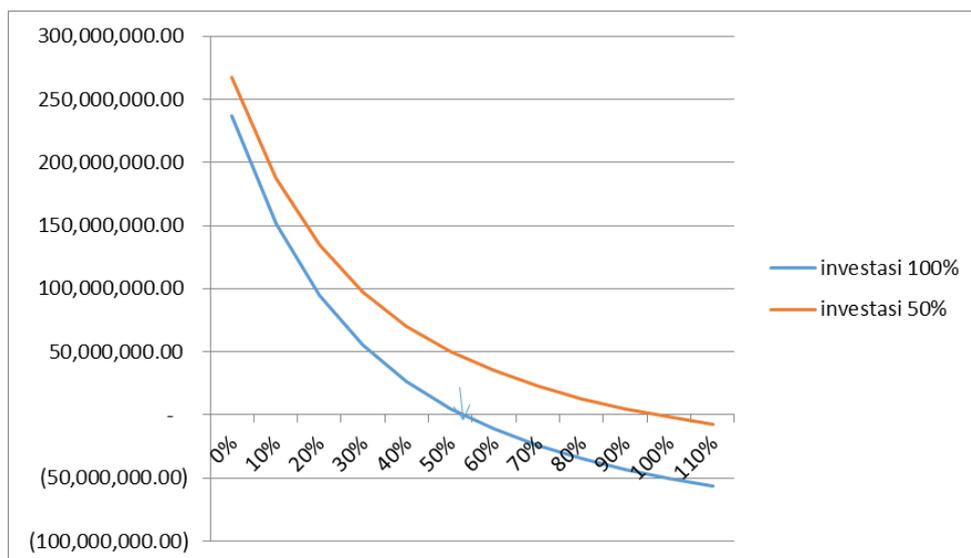
$$= 9,747972 \%$$

Untuk mencari nilai *IRR* maka diperlukan tabel seperti dibawah sebagai pembanding perhitungan menggunakan Excel

Tabel 4. 35 Perhitungan *IRR*

| investasi 50% | investasi 100 % | |
|----------------|-----------------|------|
| NPV | NPV | IRR |
| 267,377,727.92 | 237,246,744.39 | 0% |
| 187,516,546.11 | 151,535,393.57 | 10% |
| 134,412,042.26 | 94,669,220.50 | 20% |
| 97,397,333.95 | 55,110,854.77 | 30% |
| 70,568,340.12 | 26,487,481.57 | 40% |
| 50,473,267.45 | 5,080,362.93 | 50% |
| 34,997,861.91 | (11,384,239.39) | 60% |
| 22,794,223.11 | (24,353,537.95) | 70% |
| 12,972,631.99 | (34,781,371.28) | 80% |
| 4,927,668.69 | (43,315,895.22) | 90% |
| (1,763,821.65) | (50,409,562.47) | 100% |
| (7,404,711.72) | (56,385,841.61) | 110% |

Untuk mencari *IRR* maka harus melihat grafik garis yang memotong nilai 0 maka itu yang dihitung dan untuk I_1 dicari nilai *NPV* yang positif yang dekat dengan garis yang melewati garis 0. kemudian untuk I_2 maka seperti pada cara I_1 akan tetapi dicari nilai *NPV* yang hasilnya negative.



Gambar 4. 4 Grafik antara nilai *IRR* dan *NPV*

4.6.8 Payback period

PP atau *Payback period* adalah metode yang digunakan untuk menghitung waktu pengembalian investasi. Semakin cepat waktu pengembalian investasi maka proyek tersebut akan di terima. Dalam metode ini besarnya bunga tidak ada dalam perhitungan.

Skenario 1

$$\begin{aligned} PP &= \frac{\text{Investasi}}{\text{penghematan}} \\ &= \frac{122.713.800}{81.240.967} \\ &= 2 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Waktu pengembalian modal yang diperlukan adalah 2 tahun setelah dilakukan investasi. Sehingga termasuk pengembalian yang tidak terlalu lama.

Skenario 2

$$\begin{aligned} PP &= \frac{\text{Investasi}}{\text{penghematan}} \\ &= \frac{70.196.900}{77.020.808} \\ &= 1 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Waktu pengembalian investasi pada skenario 2 dengan investasi 50 % maka cukup hanya 1 tahun waktu pengembalian. Waktu pengembalian tersebut juga di pengaruhi oleh penghematan, jika penghematan di lakukan oleh penghuni maka akan semakin cepat waktu pengembalian modal, apabila sebaliknya maka waktu pengembalian investasi juga akan lama.