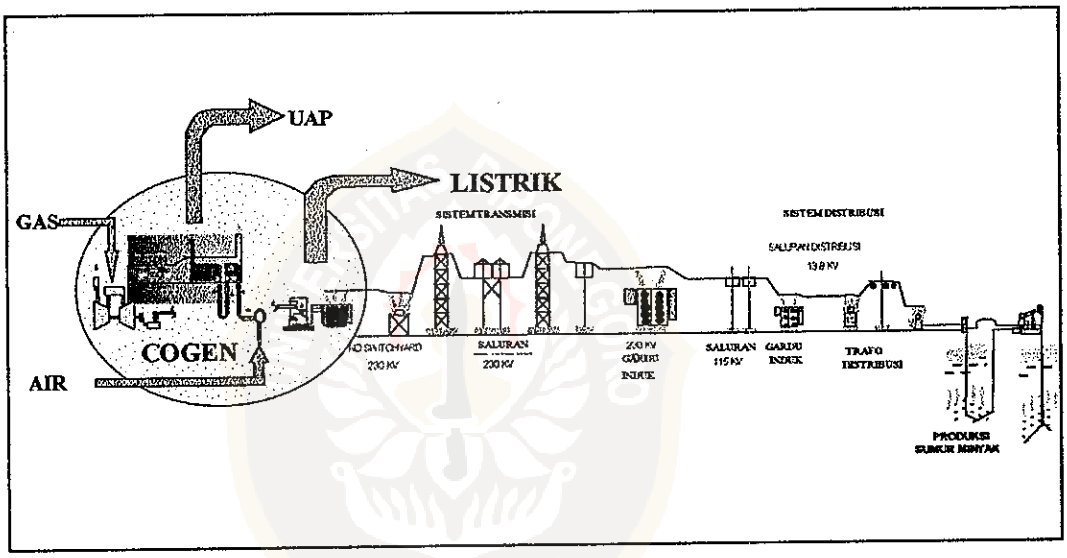
BAB III

SISTEM KETENAGALISTRIKAN

DI PT CALTEX PACIFIC INDONESIA

Suatu sistem ketenagalistrikan pada dasarnya dapat dikelompokkan atas tiga komponen utama yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Secara umum, sistem pembangkitan dan transmisi dapat digolongkan



Gambar 3-1. Sistem pembangkitan, transmisi dan distribusi daya listrik (Chandra,1999)

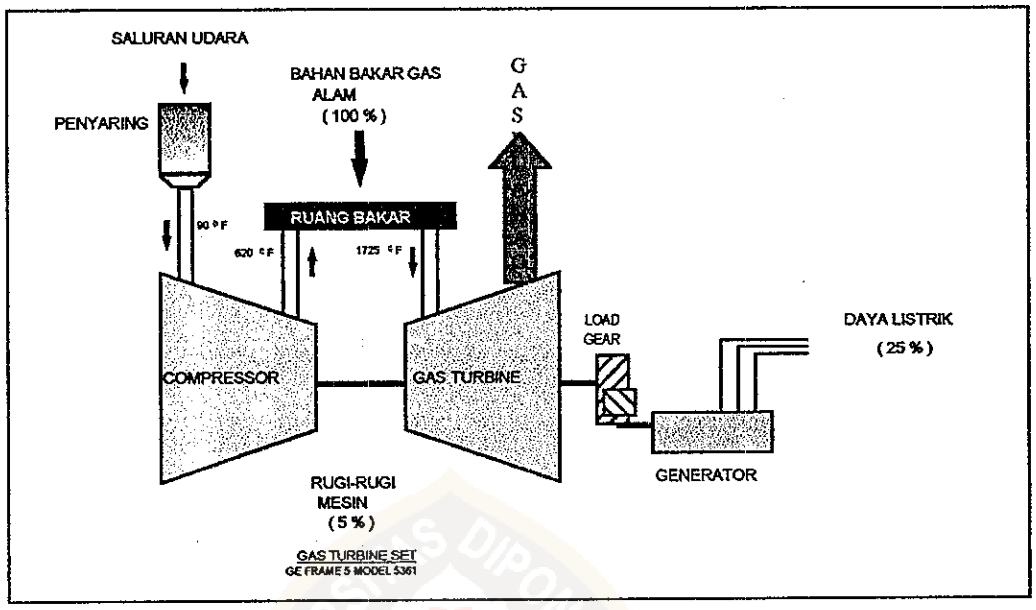
sebagai penyuplai energi listrik utama, sedangkan sistem distribusi merupakan media terakhir untuk menyalurkan energi listrik kepada konsumen (Pandjaitan,1999).

3.1 Sistem Pembangkitan

Sistem pembangkitan yang umum digunakan sekarang ini adalah generator yang digerakkan oleh turbin (Chandra, 1999). Turbin ini digerakkan oleh energi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dari luar, misalnya air, gas, uap, panas bumi, nuklir, dan lain-lain. Karena itu dikenal adanya PLTA, PLTU, PLTG, PLTN, dan lain-lain.



Gambar 3-2. Proses pembangkitan tenaga listrik (Chandra,1999).

Sistem ketenagalistrikan di PT CPI menggunakan sistem pembangkitan tenaga listrik dengan sistem turbin gas. Pada saat ini , kebutuhan tenaga listrik PT CPI disuplai oleh empat unit *power plant*, yaitu :

1. *Minas Power Station* yang terdiri dari 11 unit gas turbin dengan kapasitas total 234,5 MW. Minas Gas Turbine Unit 11 dengan kapasitas 33 MW telah mulai beroperasi pada bulan Januari 1999.
2. *Duri Power Station* memiliki 7 unit gas turbin namun saat ini yang beroperasi hanya 6 unit dengan kapasitas total 93.5 MW .
3. *Central Duri Power Station* memiliki 5 unit pembangkit gas turbin dengan kapasitas total 105 MW.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

4. *Cogen North Duri* memiliki 3 unit pembangkit gas turbin dengan kapasitas total 300 MW, yang merupakan unit pembangkit yang disewa oleh PT CPI.

3.2 Sistem Transmisi dan Distribusi

Menurut Chandra (1999), sistem kelistrikan PT CPI menggunakan sistem transmisi dengan saluran udara (*overhead line*) dan saluran bawah tanah (*under ground*). Pada saluran udara, penyaluran tenaga listrik melalui kawat-kawat yang digantung pada tiang-tiang transmisi. Sedangkan pada saluran bawah tanah, penyaluran tenaga listrik melalui kabel-kabel yang ditanam di bawah permukaan tanah.

Untuk jaringan transmisi yang digunakan dipakai dua macam sistem tegangan yaitu: saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 115 kV dan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 230 kV. Sistem distribusinya menggunakan sistem radial dengan tegangan sebagai berikut :

1. Saluran distribusi 13,8 kV yang merupakan saluran udara, sebagai *feeder* (penyulang) untuk mensuplai pompa motor di lapangan minyak yang tersebar di daerah operasi PT CPI.
2. Saluran distribusi 4,16 kV yang merupakan saluran udara dan saluran bawah tanah yang berfungsi sebagai jaringan distribusi untuk areal perkantoran dan perumahan terutama untuk mencatu motor-motor listrik pada pompa.
3. Untuk melayani beban, maka pada kelompok beban dipasang transformator distribusi, dengan tegangan yang diturunkan ratingnya, yakni sebesar 110

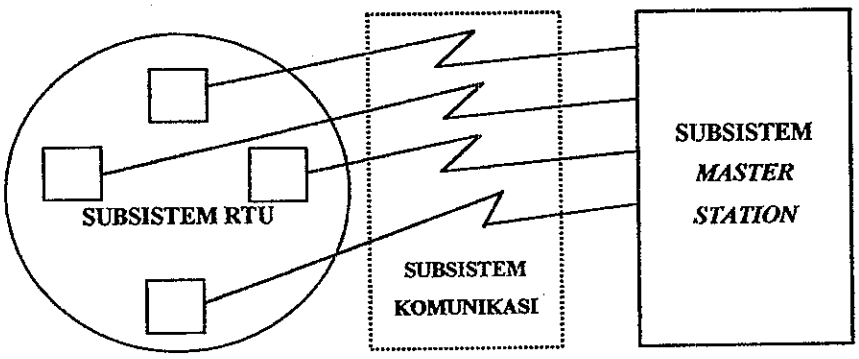
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Volt untuk perkantoran dan perumahan dan 480 Volt untuk motor-motor listrik

3.3 Sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*)

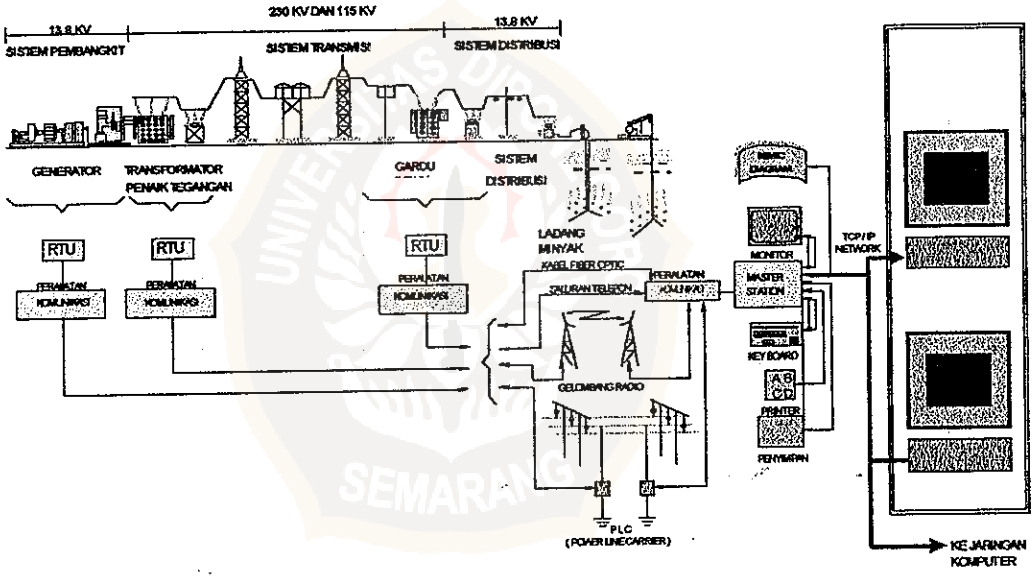
SCADA adalah sistem pemantauan dan pengendalian jarak jauh yang sering digunakan untuk pengendalian dan pemantauan dari sistem tenaga listrik. Struktur sistem SCADA terdiri dari tiga subsistem yang terintegrasi yaitu subsistem *RemoteTerminal Unit* (RTU), subsistem komunikasi dan subsistem *Master Station* (putra,1994).Ketiga subsistem tersebut tersusun secara hirarki, seperti pada gambar 3-3. Subsistem RTU merupakan pemegang hirarki tingkat bawah dari sistem SCADA yang bertanggung jawab dalam perolehan data serta pemantauan dan kendali di tingkat lokal. Data yang telah diperoleh kemudian dikirimkan ke hirarki tingkat atas yaitu subsistem *Master Station.* Subsistem *Master Station* bertanggung jawab dalam pengumpulan dan pemrosesan data yang diperoleh dari subsistem RTU kemudian menyajikannya kepada operator. Operator yang merupakan penanggung jawab terselenggaranya suatu proses mengambil keputusan-keputusan operasional berdasarkan informasi yang diberikan oleh sistem SCADA. Subsistem komunikasi menghubungkan antara subsistem RTU serta subsistem *Master Station.* Konfigurasi sistem SCADA bergantung pada hirarki sistem kendali dimana sistem SCADA itu diterapkan, jumlah data yang dikumpulkan serta tingkat keamanan yang diinginkan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar 3-3. Struktur sistem SCADA (Putra, 1994).

3.4 Penerapan Sistem SCADA Pada Sistem Ketenagalistrikan



Gambar 3-4. Pengoperasian sistem ketenagalistrikan melalui sistem SCADA (Chandra, 1997)

Menurut Pandjaitan (1999), sistem SCADA bertujuan untuk membantu perusahaan listrik mendapatkan sistem pengoperasian optimum sesuai dengan berbagai kenyataan kekurangan-kekurangan maupun segala kelebihan yang

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

terdapat pada sistem tenaga listrik tersebut. Secara umum, fungsi utama dari sistem SCADA adalah sebagai berikut:

1. Akuisisi data, yang merupakan proses penerimaan data dari peralatan di lapangan.
2. Konversi data, yang merupakan proses konversi data dari lapangan ke dalam format standar.
3. Kendali pengawasan, yang memungkinkan operator untuk melakukan pengendalian pada peralatan di lapangan.
4. Penandaan (*Tagging*), yang memungkinkan operator untuk meletakkan informasi tertentu pada peralatan tertentu.
5. Pemrosesan *alarm* dan kejadian, yang menginformasikan kepada operator apabila ada perubahan di dalam sistem ketenagalistrikan.

3.4.1 Akuisisi data

Menurut Pandjaitan (1999), fungsi akuisisi data ini akan menerima data dari peralatan di lapangan. Fungsi ini akan berkomunikasi dengan komputer *Communication Station* pada *Master Station.* Diantara proses akuisisi data antara lain adalah permintaan *scanning* secara periodis

Sistem dimungkinkan untuk melakukan *scan* besaran-besaran analog, digital atau status indikasi, percobaan penggantian *link* komunikasi, sinkronisasi waktu RTU atau informasi-informasi tentang permintaan *scanning.* Adapun data yang diperoleh dari sistem SCADA ini antara lain:

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

a. Status indikasi.

Data status indikasi digunakan untuk mengidentifikasi posisi perangkat-perangkat pemutus daya (*circuit breaker* dan *circuit swithcher*), perangkat LTC (*Load Tap Changer*) pada transformator. Biasanya dapat terdiri atas satu indikasi atau dua indikasi yang dibutuhkan untuk menentukan status indikasi suatu peralatan sistem tenaga listrik. Sinyal ganda digunakan untuk memastikan posisi perangkat pemutus daya yang dapat mempunyai dua status posisi seperti keadaan tertutup atau terbuka yang masing-masing perlu direpresentasikan dengan satu bit informasi. Status indikasi ini akan di *scan* oleh RTU secara periodis yang kemudian akan dikirimkan ke *Master Station* di pusat kendali

b. Besaran pengukuran

Pengambilan data besaran-besaran pengukuran antara lain terdiri dari: besaran tegangan (V), besaran arus (A), besaran daya aktif (MW), besaran daya reaktif (MVAR), besaran frekuensi (Hz), besaran faktor daya (PF)

Scanning besaran-besaran pengukuran dilakukan secara periodis oleh RTU yang kemudian akan dikirimkan ke *Master Station* di pusat kendali .

3.4.2 Konversi data

Menurut Pandjaitan (1999), sistem SCADA mempunyai fungsi konversi data untuk melaksanakan konversi data yang diterima dari *Communication Station* pada *Master Station* dan merubah data tersebut dalam bentuk format standar untuk diproses lebih lanjut. Tipe-tipe konversi data tersedia untuk:

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

1. Barisan data telemetri

   Data ini (status digital, harga-harga analog) diterima dari *Communication Station.*

2. Urutan-urutan kejadian

   Informasi tentang perubahan status peralatan harus dilengkapi dengan data waktu oleh RTU. Sistem *Master Station* secara periodik akan mengsinkronisasi *internal clock* dari RTU.

3. Status telemetering

   Bit-bit masukan harus disimpan didalam modul perangkat lunak fungsi konversi sebelum melaksanakan data konversi yang sebenarnya.

4. Pengukuran besaran analog

   Bahan baku data analog yang diterima harus dirubah menjadi data rekayasa dengan menggunakan translasi linier atau nonlinier.

5. Urutan Laporan Kejadian

   Urutan kejadian dari perubahan status peralatan harus dilaporkan dan diproses oleh *Master Station* sistem SCADA. Hasil proses data akan diperagakan pada operator.

3.4.3 Kendali Pengawasan

Menurut Chandra (1997), kendali pengawasan memungkinkan operator untuk melakukan pengendalian pada peralatan di lapangan. Sistem pengendalian yang dilakukan melalui sistem SCADA di departemen PG&T meliputi:

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

1. Membuka atau menutup (*Open and Close*) pemutus daya (*circuit breaker* dan *circuit switcher*).
2. Menaikkan atau menurunkan (*Raise and Lower*) LTC (*Load Tap Changer*).

Pengendalian tersebut dilakukan pada saat-saat tertentu, karena meskipun operator dapat memonitor melalui layar komputer kondisi peralatan di lapangan, baik posisi kontaknya maupun besaran-besaran listriknya, akan tetapi operator tidak mengetahui keadaan sesungguhnya di lapangan tersebut. Oleh karena itu dengan adanya sistem SCADA yang dapat memonitor maka apapun perubahan yang terjadi atau adanya gangguan maka operator melalui radio atau telepon akan segera memberitahukan pada operator di gardu induk atau di pusat pembangkit untuk melakukan pengecekan atau perbaikan terhadap peralatan yang terganggu atau rusak. Jadi dalam pelaksanaan operasi sistem ini, komunikasi antara operator SCADA dengan operator di gardu induk dan pusat pembangkit merupakan hal yang sangat penting .

3.4.4 Penandaan (*Tagging*)

Untuk keperluan penandaan yang berguna bagi operator mengidentifikasi keadaan-keadaan tertentu biasanya dirancang suatu sistem fasilitas yang dapat memungkinkan operator mampu untuk menempatkan suatu tanda (*tag*) pada perangkat peralatan tertentu. Tanda tersebut diperlukan untuk menginformasikan kepada operator bahwa pada lokasi atau peralatan tersebut sedang ada pekerjaan pemeliharaan atau perbaikan. Dengan demikian operator dapat terhindar dari kekeliruan melaksanakan tindakan perintah buka atau tutup yang dapat membaha-

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

yakan orang yang sedang bekerja di lapangan (Pandjaitan, 1999).

3.4.5 Pemrosesan *alarm* dan kejadian

Alarm maupun kejadian yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik yang berada dalam daerah pemantauan dan pengawasan suatu sistem pengendalian merupakan informasi-informasi penting yang berguna bagi para operator untuk dapat mengantisipasi keadaan sehingga dapat diambil langkah-langkah lebih lanjut untuk mengamankan operasi sistem pengendalian tersebut (Pandjaitan,1999).

3.5 Tampilan Sistem SCADA

Pada sistem SCADA, untuk memperlihatkan secara keseluruhan jaringan sistem tenaga listrik di PT CPI digunakan *mimic board. Mimic board* dilengkapi dengan lampu indikasi. Andaikan terjadi suatu gangguan di sistem tenaga listrik yang menyebabkan pemutus daya terbuka, maka secara otomatis warna lampu berubah dari merah menjadi hijau. Kalau turbin gas dalam keadaan operasi, lampu berwarna orange, sedangkan kalau gas turbin dalam keadaan *stand by* atau dalam perbaikan lampunya mati atau tidak menyala. Perubahan dari lampu-lampu indikasi tersebut diatur oleh *Local Input/Output Station* pada *Master Station* (Chandra, 1997).

Selain tampilan pada *mimic board*, data di dalam *database* SCADA dan perubahan-perubahan indikasi pada jaringan harus dapat dipresentasikan kepada operator melalui tampilan-tampilan pada layar monitor. Tampilan sistem

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

SCADA pada monitor antara lain: tampilan utama (*master display*), diagram satu garis gardu induk, tampilan status komunikasi, tampilan statistik kegagalan komunikasi, tampilan daftar *event*, tampilan daftar *alarm* (Pandjaitan, 1999).

Dengan beroperasinya sistem SCADA untuk pemantauan dan pengendalian sistem ketenagalistrikan di PT CPI, operator dapat secara cepat mengambil keputusan dalam mengembalikan sistem ke kondisi normal kalau terjadi gangguan. Dengan kata lain, mata dan tangan operator telah dapat mencapai gardu-gardu distribusi dan pusat-pusat pembangkit yang jaraknya puluhan bahkan ratusan kilometer. Ini tentu saja sangat menguntungkan karena bisa menekan atau mengurangi kehilangan produksi dan dapat dilaksanakan dengan cara yang paling aman (Chandra,1997).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)