



MILIK BIDANG PERPUSTAKAAN
PUSDIKLAT
BPP TEKNOLOGI

1004 L509

401

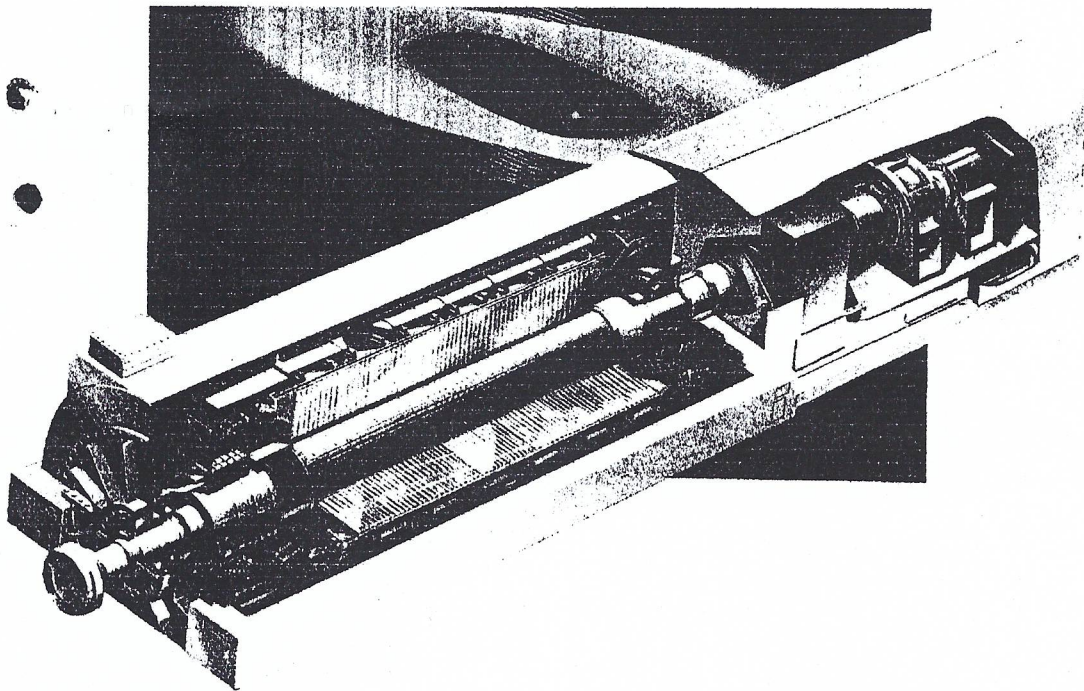
LAPORAN TEKNIS

**SISTEM PENDINGIN GENERATOR-TURBIN
PLTU HIGASHI OHGISHIMA UNIT 2,
KAWASAKI, YOKOHAMA, JEPANG**

Oleh :
DR. Irhan Febijanto
Nip: 680002166

MENGESAHKAN
Fotocopy sesuai dengan aslinya
Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan
Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi

[Signature]
(Dr. Ir. Subagio Imam Bakri)
NIP. 680000168



PUSAT PENGKAJIAN & PENERAPAN
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM
BPP TEKNOLOGI
2003

PERPUSTAKAAN *1512*

No. Induk : *1732/08/05*

Klasifikasi : *TL 97 97*

Subjek : _____

Harga / Acol : _____

Pemb. / Mad / Tk : _____

Katalog : _____

Dll. : _____

LAPORAN TEKNIS

**SISTEM PENDINGIN GENERATOR-TURBIN
PLTU HIGASHI OHGISHIMA UNIT 2,
KAWASAKI, YOKOHAMA, JEPANG**

Oleh :
DR. Irhan Febijanto
Nip: 680002166

Mengetahui :

Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan
Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi

(DR. Ir. Subagio Imam Bakri)
Nip: 680000168

**PUSAT PENGAJIAN & PENERAPAN
TEKNOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ENERGI
DEPUTI BIDANG TENOLOGI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA ALAM
BPP TEKNOLOGI
2003**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	3
1. PENDAHULUAN.....	4
1.1 LOKASI PLTU HIGASHI OHGISHIMA.....	4
2. SPESIFIKASI GENERATOR DAN HYDROGEN GAS COOLER.....	6
2.1 SISTIM PENDINGIN GENERATOR-TURBIN BUATAN MITSUBISHI.....	7
2.2 PRINSIP KERJA HYDROGEN COOLER.....	7
2.3 KARAKTERISTIK HYDROGEN COOLER.....	9
3. DAFTAR PUSTAKA.....	9

GAMBAR dan TABEL

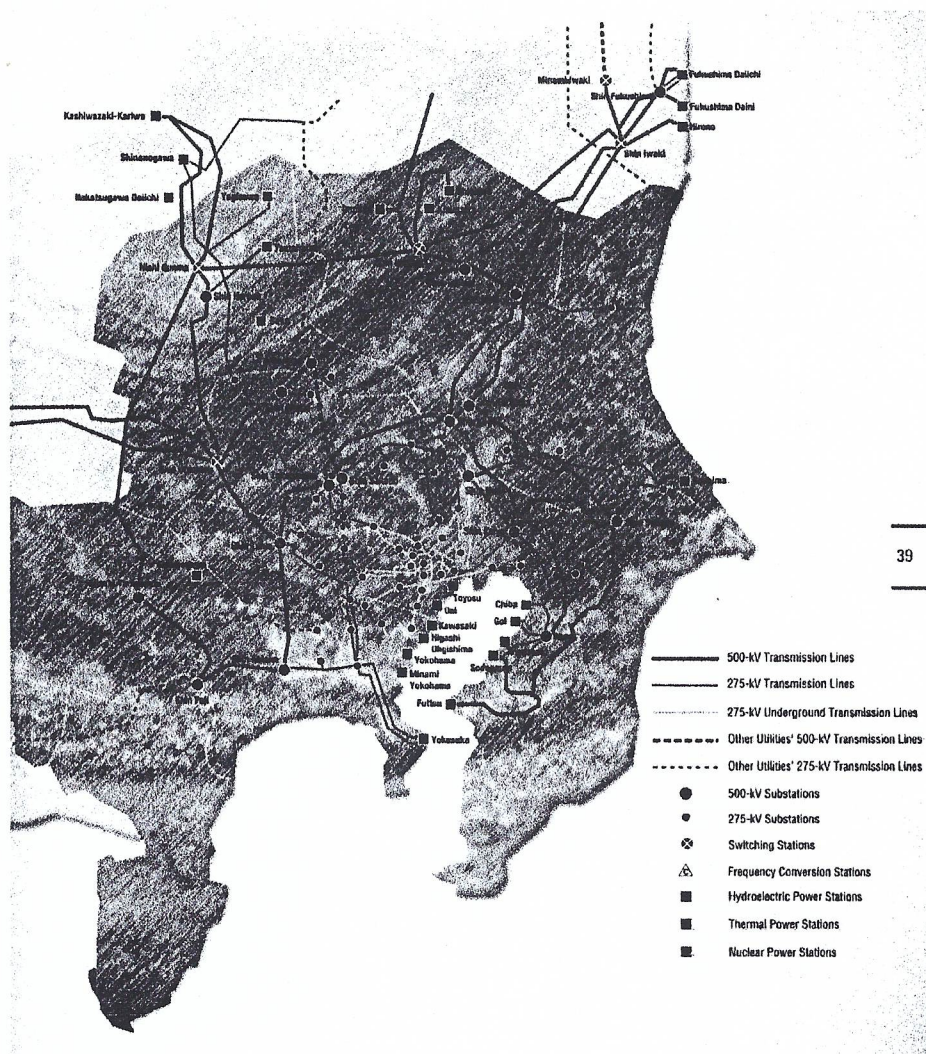
Gambar 1 Jaringan Transmisi dan Lokasi PLTU milik TEPCO.....	4
Gambar 2 Lokasi Kompleks PLTU Higashi Ohgishima.....	5
Tabel 2 Spesifikasi Generator unit 2.....	6
Tabel 2 Spesifikasi Hydrogen Gas Cooler.....	6
Gambar 3 Bentuk dari Turbin Generator di PLTU dan PLTN.....	7
Gambar 4 Penampang Hydrogen Internal Cooling Turbin Generator.....	8
Tabel 1 Perbandingan udara dan gas hydrogen sebagai gas pendingin.....	9

1. PENDAHULUAN

Laporan teknis ini disampaikan kepada P3TPSE (Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi), sebagai salah satu syarat untuk melengkapi laporan kerja, dalam rangka training di Boiler Mechanical Group, Department of Maintenance Engineering, Higashi Ohgishima Thermal Power Plant, Kawasaki, TEPCO (Tokyo Electric Power Company), Jepang.

1.1 LOKASI PLTU HIGASHI OHGISHIMA

Lokasi PLTU Higashi Ohgishima ini terletak di Teluk Tokyo, seperti ditunjukkan pada gambar 1. Bulatan-bulatan besar pada gambar merupakan lokasi PLTU milik TEPCO, dimana total ada 13 PLTU, seperti ditunjukkan dalam gambar 1. Ke 13 PLTU milik TEPCO ini mensuplai kebutuhan listrik di daerah Kanto, dari utara meliputi daerah Gunma, arah Barat meliputi daerah Shizuoka, termasuk di dalamnya daerah Tokyo. PLTU Higashi Ohgishima sendiri lokasinya adalah di propinsi Yokohama, terletak di sebelah timur kawasan industri kota Kawasaki. PLTU ini dibangun di sebuah pulau buatan, yang berlokasi dekat dengan bandara nasional Jepang Haneda Airport.

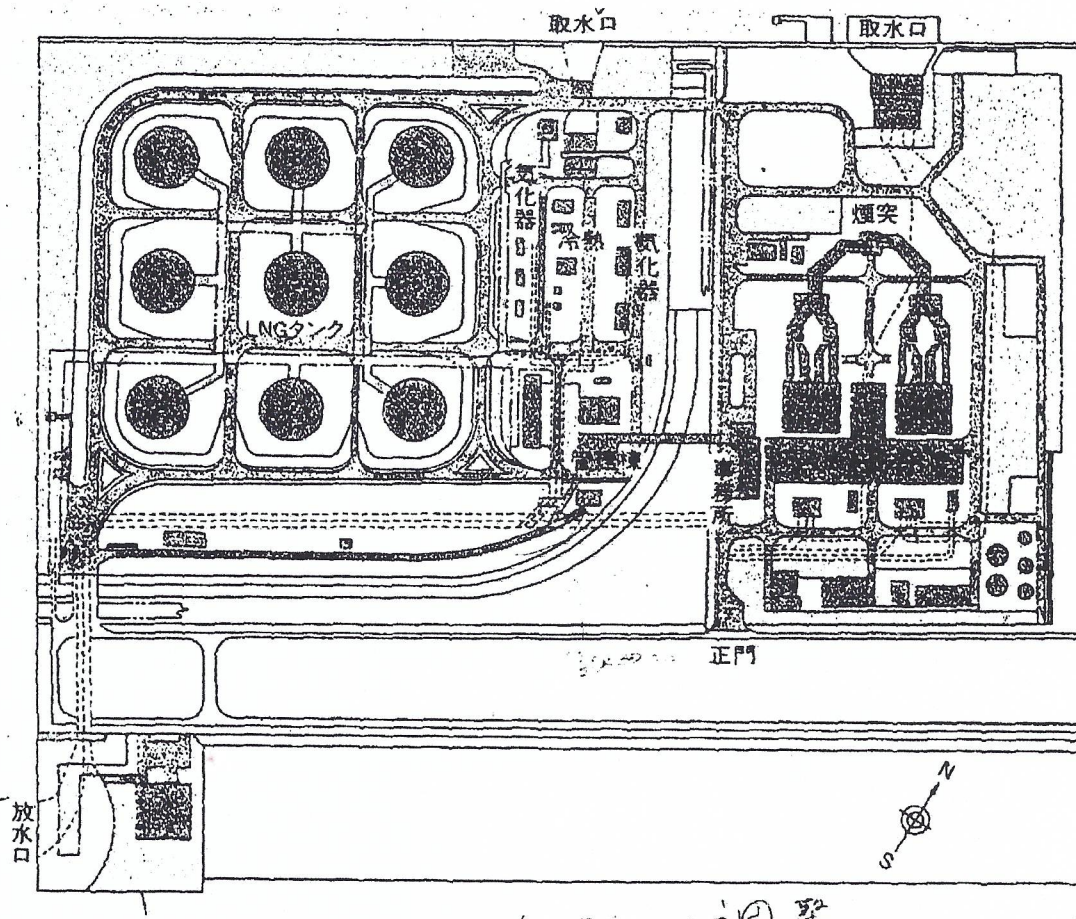


Gambar 1 Jaringan Transmisi dan Lokasi PLTU milik TEPCO

Gambar 2 menunjukkan kompleks PLTU Higashi Ohgishima. Delapan bulatan di sebelah kiri gambar menunjukkan tanki LNG yang berjumlah delapan, disimpan di bawah tanah. Bersebelahan dengan penyimpanan LNG adalah PLTU unit 1 & 2 dengan kapasitas masing masing 1000MW. Setasiun ini menyuplai untuk 3 kebutuhan PLTU, yaitu PLTU Kawasaki, PLTU Higashi Ohgishima dan PLTU Yokohama. LNG yang disimpan dalam tanki merupakan import dari beberapa negara, yaitu Indonesia, Malaysia, dan United Emirat Arab.

PLTU Higashi Ohgishima total mempunyai kapasitas 2000 MW, yang terdiri dari 2 unit, masing-masing dengan kapasitas 1000 MW. Unit pertama dibangun sekitar tahun 1987 kemudian unit kedua 1992.

Lokasi PLTU ini di sebelah utara mengalir sungai Keihin, yang dipakai sebagai suplai air pendingin untuk kondensor dan air pemanas untuk pencair LNG disuplai dari air sungai ini. Suhu air laut yang dikeluarkan di outlet diatur sedemikian rupa hingga tidak boleh lebih dari 6°C dibandingkan suhu air laut di inlet. INi dilakukan dengan pertimbangan kelestarian lingkungan sekitar sungai.



Gambar 2 Lokasi Kompleks PLTU Higashi Ohgishima

2. SPESIFIKASI GENERATOR DAN HYDROGEN GAS COOLER

Spesifikasi dari Generator dan Cooler ditunjukkan di tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Spesifikasi Generator unit 1&2

		Unit	Unit 1	Unit 2
			Toshiba	Mitsubishi Electircal Machinery
GENERATOR	Capacity	MVA	Primary, 634.8 Secondary 519.9 Total 1,154.7	Primary, 636.0 Secondary 529.0 Total 1,1165
	Power Ratio		0.9 (late)	0.9 (late)
	Voltage	KV	20	20
	Current	A	(Primary) 18,325 (Secondary) 15,008	(Primary) 18,325 (Secondary) 15,008
	Frequency	Hz	50	50
	Cooling System		Stator – Water Direct Cooling System Rotator-Water Direct Cooling System	Stator – Hydrogen Gas Direct Cooling System Rotator-Hydrogen Gas Direct Cooling System
	Hydrogen Pressure	kg/c m ² g	(Primary) 4.2 (Secondary) 3.2	(Primary) 5.0 (Secondary) 4.0

Tabel 2 Spesifikasi Hydrogen Gas Cooler

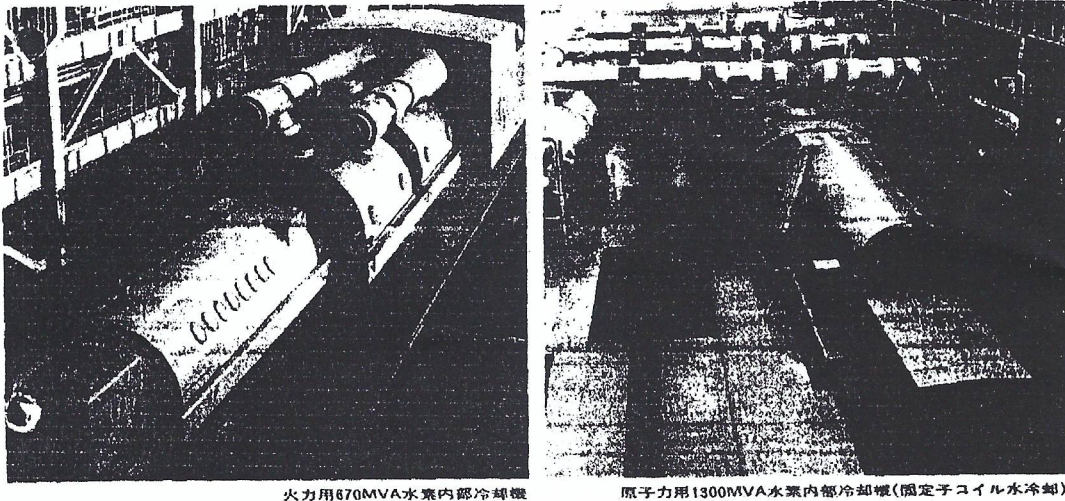
		Unit	Unit 1	Unit 2
HYDROGEN GAS COOLER	Type		Area Cooling Type	Standing Surface Cooling Type
	Number		(Primary) 4 (Secondary) 4	(Primary) 2 (Secondary) 2
	Volume rate of Hydrogen gas	m ³ /m in	(Primary) 2,400 (Secondary) 2,310	(Primary) 1,950 (Secondary) 1,800
	Cooling Water rate	l/min	(Primary) 8,000 (Secondary) 5,600	(Primary) 610 m ³ /h (Secondary) 560 m ³ /h
	Frequency	Hz	50	50
	Cooling Area	m ²	(Primary) 450 (Secondary) 300	(Primary) 869 (Secondary) 698
	Gas Temperature	°C	Inlet (Primary) 66.5 (Secondary) 62.5 Outlet 46	Inlet (Primary) under 85 (Secondary) under 85 Outlet under 45
	Cooling Temperature	°C	Inlet 35 Outlet 41.2	Inlet under 35 Outlet under 45

2.1 SISTIM PENDINGIN GENERATOR-TURBIN BUATAN MITSUBISHI

Mitsubishi Electrical Machinery sebagai pembuat/maker turbin untuk PLTU mempunyai beberapa jenis sistem pendingin generator-turbin, yaitu pendingin hydrogen tidak langsung (Indirect Hydrogen Cooler), pendingin internal hydrogen (Hydrogen Internal Cooler) dan pendingin air (Water Cooler).

Pemakaian ketiga jenis pendingin/cooler ini berdasarkan atas kapasitas kerjanya. Dimana untuk 35~250 MVA dipakai Indirect Hydrogen Cooler, dan untuk kapasitas 160 MV ke atas dipakai Hydrogen Internal Cooler atau Water Cooler. Mitsubishi Electrical Machinery (MEM) sebagai pembuat generator-turbin untuk PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dengan kapasitas maksimum 735 MVA dengan kecepatan 3.600 rpm, dan untuk PLTN (Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir) dengan kapasitas maksimum 1300 MVA dengan kecepatan 1.800 rpm. MEM ini sebagai salah satu industri komponen pembangkit listrik sudah berdiri sekitar hampir 80 tahun lebih, dengan produksi turbin total sudah melebihi 100.000 MVA, yang tersebar di seluruh dunia, bukannya hanya di Jepang saja.

Gambar 3, sebelah kiri menunjukkan bentuk dari pendingin generator turbin skala 670 MVA dan sebelah kanan adalah generator turbin PLTN kapasitas 1300 MVA.



Gambar 3 Bentuk dari Turbin Generator di PLTU dan PLTN

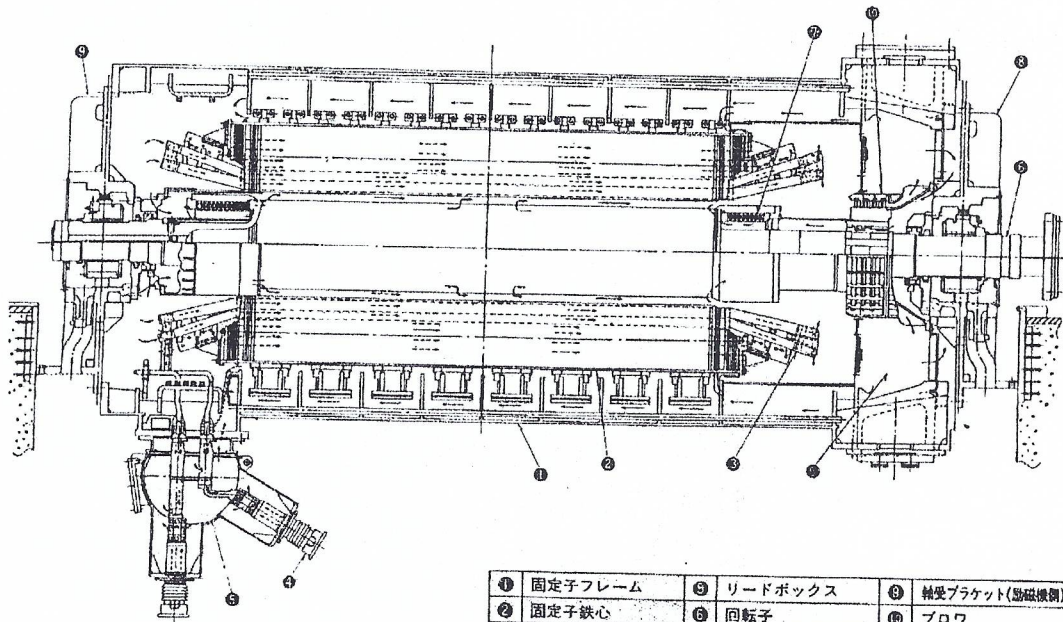
2.2 PRINSIP KERJA HYDROGEN COOLER

Sistem pendingin ini pertama kali dipakai pada akhir tahun 1930, dimana pada waktu itu tekanan hydrogen di dalam frame generator masih berkisar $0.05\text{kg/cm}^2\text{-g}$. Dengan adanya perkembangan kemampuan blower, teknologi pembuatan axial dan perbaikan komponen-komponen turbin, akhirnya penggunaan pendingin hydrogen dengan tekanan tinggi dapat diaplikasikan. Tetapi pemakaian tekanan mencapai batasnya pada $2\text{ kg/cm}^2\text{-g}$, dimana lebih dari tekanan ini, efek pendinginan tidak mengalami kenaikan.

Dengan adanya keterbatasan tersebut, dan untuk menaikkan kemampuan output dari turbin-generator, dilakukan pengembangan pendinginan dari bagian dalam (internal cooling). Prinsip dari internal cooling adalah dibuatnya lubang aliran di dalam kumparan inductor. Di dalam lubang aliran tersebut mengalir aliran gas dengan kecepatan tinggi, aliran tersebut berfungsi menyerap panas

secara langsung panas yang dihasilkan oleh kumpulan inductor. Dengan cara internal cooling ini, dengan naiknya tekanan gas hydrogen lebih dari 2 kg/cm²-g, kemampuan output turbin-generator dapat ditingkatkan.

Gambar 4 menunjukkan dengan jelas komponen dari generator berikut aliran pendingin dan komponennya, gambar 5 menunjukkan belahan dari stator, nampak saluran aliran gas.



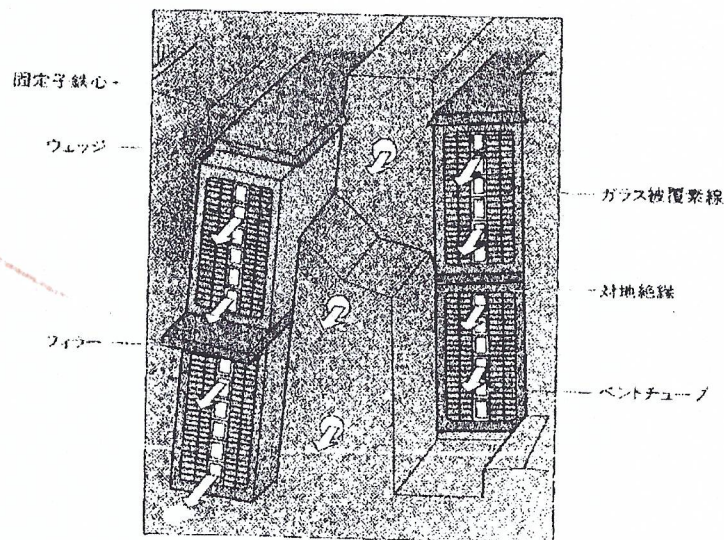
水素内部冷却タービン発電機組立断面図

① 固定子フレーム	⑧ リードボックス	⑬ 軸受ブラケット(励磁機側)
② 固定子鉄心	⑨ 回転子	⑭ ブロウ
③ 固定子コイル	⑩ 回転子コイル	⑮ 水素ガス冷却器
④ ブッシング	⑪ 軸受ブラケット(タービン側)	

Keterangan

1	Stator Frame	5	Lead Box	9	Axial Braket
2		6	Rotator	10	Blower
3	Stator Coil	7	Rotator Coil	11	Hydrogen gas Cooler
4	Bushing	8	Axial Bracket	12	

Gambar 4 Penampang Hydrogen Internal Cooling Turbin Generator



Gambar 5 Penampang dari Hydrogen Internal Cooling Stator Coil

2.3 KARAKTERISTIK HYDROGEN COOLER

- (1) Besarnya rugi-tekan berbanding dengan berat jenis gas, maka pada hydrogen yang memiliki berat jenis lebih kecil dari udara, besarnya rugi tekan dapat dikurangi.
- (2) Koefisien konduksi dan konveksi dari gas hydrogen sangat tinggi, karena itu dibandingkan dengan udara, pendinginan dengan gas hydrogen dapat menaikkan kapasitas output turbin-generator.
- (3) Aliran gas hydrogen tersirkulasi di dalam frame generator yang merupakan struktur yang kedap, sehingga gangguan akan kelembaban atau kotoran dapat di atasi, dan mempermudah perawatan.
- (4) Karena tidak ada oksigen dan kelembaban, maka efek corona tidak akan mengganggu isolasi dari stator.
- (5) Dengan kecilnya berat jenis hydrogen, dan struktur frame yang kedap, maka polusi suara yang dihasilkan dapat dikurangi.
- (6) Tabel 1 menunjukkan perbandingan penggunaan udara dan gas hydrogen sebagai gas pendingin di turbin-generator

Tabel 1 Perbandingan udara dan gas hydrogen sebagai gas pendingin

Gas	Udara	Hydrogen
Berat Jenis	1,00	0,07
Koefisien penghantar panas	1,00	7,00
Koefisien luas penghantar panas	1,00	1,35
Kapasitas panas	1,00	0,98
Self combustion	Ada	Tidak ada
Oksidasidatif	Ada	Tidak ada

Pada tabel 1 menunjukkan perbandingan spesifikasi dari udara dengan gas hydrogen. Dimana gas hydrogen mempunyai keunggulan dibandingkan dengan udara, dimana koefisien penghantar panas yang tinggi, sehingga proses pendinginan dapat cepat berlangsung dibandingkan dengan udara, selain itu berat jenis yang ringan yang memberikan andil terhadap penurunan rugi-tekan dari aliran gas kecepatan tinggi dalam saluran pipa pendingin. Selain itu rendahnya kemampuan untuk self combustion pun dapat menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan.

3. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Higashi Ohgishima Thermal Power Plant, Operation Manual
 - (2) Anonim, Mitsubishi Internal Cooling Turbin Generator, SOCIO-TECH
 - (3) CATATAN Pribadi
-