

Sistem-sistem Bantu di dalam Loji Kuasa Nuklear EPR Perancis-Jerman

Shaharum bin Ramli, Mohd. Zaid bin Mohamed,
Mohamad Azman bin Che Mat Isa, Phongsakorn a/I Prak Tom,
Syahirah binti Abdul Rahman, Mat Zin bin Mat Husin,
Shaiful Rizaide bin Mohd Yakim, Wan Abd Hadi bin Wan Abu Bakar,
Ir. Dr. Mohamad Puad bin Hj. Abu

Bahagian Kuasa Nuklear
Agensi Nuklear Malaysia

1

Kandungan

- Objektif pembentangan
- Pengenalan EPR
- Prinsip rekabentuk
- Perihal sistem-sistem bantu
- Kesimpulan

2

Objektif Pembentangan

- Perbandingan teknologi dengan reaktor lain
- Pengenalan untuk warga Nuklear Malaysia
- Penerangan awam dan penerimaan awam

3

Pengenalan EPR

- Reaktor air tertekan (PWR) generasi 3+
- Direkabentuk dan dibangunkan terutamanya oleh Areva NP (dulu Framatome) dan Electricite de France (EDF) di Perancis, dan Siemens AG di Jerman.
- Menyepadukan puluhan tahun pengalaman program R&D oleh CEA (Suruhanjaya Tenaga Atom Perancis) dan Pusat Penyelidikan Karlsruhe di Jerman.
- Memanfaatkan ribuan tahun-reaktor kendalian PWR, iaitu pengalaman daripada 87 buah PWR AREVA yang beroperasi di seluruh dunia.

4

Pengenalan EPR (sam.)

- Seperti pada 2011, tiada EPR yang beroperasi. Empat unit EPR sedang dibina.

FINLAND - OLKILUOTO 3

FRANCE - FLAMANVILLE

CHINA-TAISHAN 1&2



5

Pengenalan EPR (sam.)

Negara	Finland	Perancis	China
Pelanggan	Teollisuuden Voima Oyj (TVO)	Electricité de France (EDF)	China Guangdong Nuclear Power Holding Corp. Ltd. (CGNPC), diwakili oleh Taishan Nuclear Power Company (TNPJVC)
Pembekal	Konsortium AREVA NP dan Siemens AG	AREVA	AREVA dalam konsortium dengan 2 subsidiari GNPC, China Nuclear Power Engineering Company (CNPEC) dan China Nuclear Power Design Company (CNPDC)
Bidang pembekalan	1 unit EPR™ dalam pembinaan siap guna	1 unit Sistem Bekalan Slim Nuklear (NSSS) EPR™	Rekabentuk dan perolehan untuk 2 unit EPR™
Keluaran elektrik	1,600 MWe	1,630 MWe	1,660 MWe
Tarikh tandatangan	18 Disember 2003	17 April 2007	26 November 2007

6

Prinsip Reka Bentuk

- Pemudahan melalui pemisahan antara fungsi kendalian dan fungsi keselamatan
- Pelewhaan empat lipat untuk sistem-sistem perlindungan dan sokongan
 - Membolehkan senggaraan semasa kendalian, meninggikan kebolehsediaan
- Penempatan rangkaian berasingan di empat bangunan berasingan
- Pempelbagaian fungsi

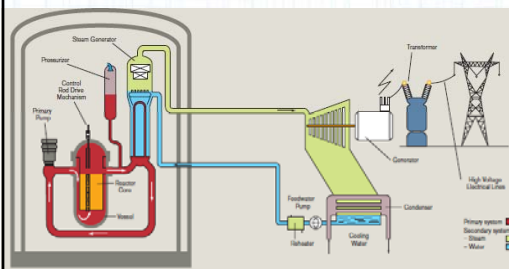
7

Sistem Bantu

- Sistem Kawalan Kimia dan Isipadu (CVCS)
- Sistem Suntikan Keselamatan (SIS) / Sistem Singkiran Haba Baki (RHRS)
- Tangki Storan Air Isian-Semula Dalam-Kurungan (IRWST)
- Sistem Air Suapan Kecemasan (EFWS)
- Sistem Pemborosan Lebih (EBS)
- Sistem Air Penyejukan Komponen (CCWS)
- Sistem Air Khidmat Penting (ESWS)
- Sistem Penyampelan Nuklear
- Sistem Salur dan Salir
- Sistem Tiup-Turun Penjana Stim
- Sistem Rawatan Sisa
- Sistem Penyejukan dan Penulenan Kolam Bahan Api
- Sistem Bekalan Kuasa Kecemasan

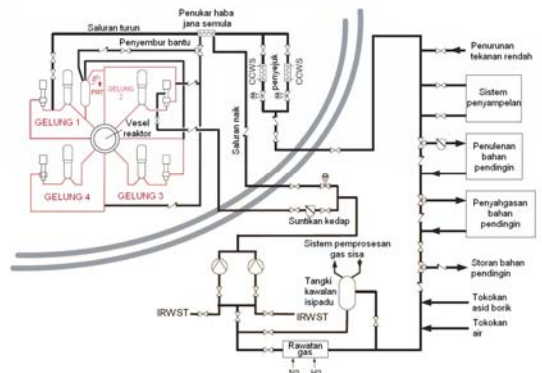
8

Sistem Utama: Sistem Bekalan Stim Nuklear (NSSS)



9

CVCS



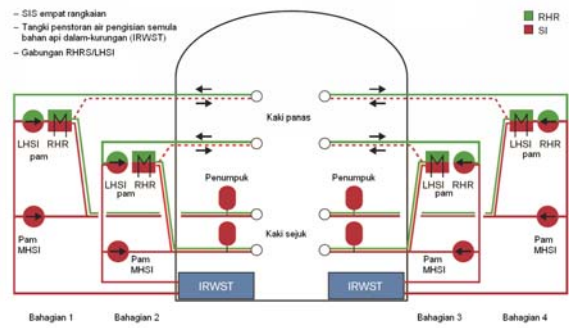
10

CVCS

- Mengawal inventori air Sistem Bahan Pendingin Reaktor (RCS).
- Melaraskan kepekatan boron RCS.
- Memantau kepekatan boron semua bendalir yang disuntik ke dalam RCS.
- Mengawal jenis dan kepekatan gas-gas terlarut RCS.
- Melaraskan ciri kimia air RCS.
- Menyuntik air ke dalam sistem kedap pam bahan pendingin reaktor.
- Menurunkan tekanan RCS untuk tindakan sistem bantu lain.
- Mengisi dan menyalir RCS semasa penutupan.
- Menyediakan penyembur bantu penekanan.
- Menyediakan fungsi suap dan zujuh.

11

SIS / RHRS



12

SIS / RHRS

- **Komponen**
 - Sistem Suntikan Keselamatan Turus Sederhana (MHSI)
 - Penumpuk
 - Sistem Suntikan Keselamatan Turus Rendah (LHSI)
 - Tangki Storan Air Isian-Semula Dalam-Kurungan (IRWST)
- **Fungsi**
 - Memindahkan haba dari RCS ke CCWS apabila pemindahan haba melalui penjana stim tidak lagi cukup berkesan
 - Memindahkan haba dari RCS atau kolam bahan api ke CCWS semasa penutupan sejuk dan pengisian semula bahan api
 - Menyuntik air ke dalam teras susulan kemalangan andaian, tiub penjana stim pecah atau hilang fungsi pembuangan haba sebelah sekunder

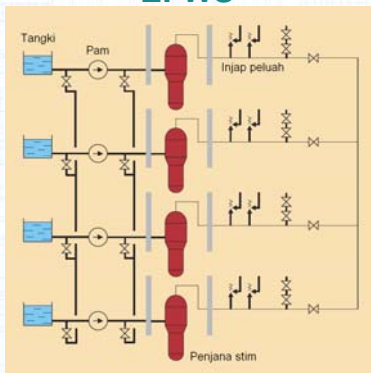
13

IRWST

- **Pengenalan**
 - Tangki yang mengandungi banyak air berboron
 - Mengumpul semua air yang dilepaskan di dalam kurungan
- **Fungsi**
 - Membekalkan air kepada pam-pam SIS, CHRS dan CVCS
 - Membanjirkan kawasan perebakkan semasa kemalangan teruk

14

EFWS



15

EFWS

- Membekalkan air kepada penjana stim apabila semua sistem lazim tidak berfungsi
- Memindahkan haba dari RCS ke atmosfera melalui penjana stim
- Menyejukkan loji dengan cepat kepada keadaan LHSI

16

CCWS

- Memindahkan haba dari sistem-sistem berkaitan keselamatan, sistem-sistem bantu dan peralatan lain reaktor ke penanggalan haba menerusi ESWS dalam semua keadaan kendalian biasa
- Membuang haba dari SIS/RHRS ke ESWS
- Membuang haba dari FPCS ke ESWS
- Menyejukkan sawar terma kedap RCP

17

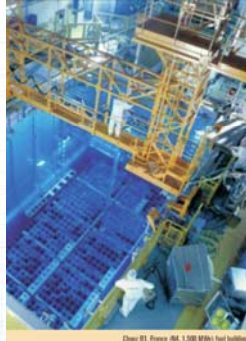
Sistem Bantu Lain

- **EBS**
 - Memboronkan RCS secukupnya untuk penutupan sejuk
- **ESWS**
 - Menyejukkan penukar haba CCWS dengan air dari penanggalan haba
- **Sistem Penyampelan Nuklear**
 - Digunakan untuk mengambil sampel gas dan cecair dari sistem dan peralatan
- **Sistem Pelepasan dan Penyaliran**
 - Mengumpulkan sisa gas dan cecair dari sistem-sistem dan peralatan untuk dirawat
- **Sistem Tiup-Turun Penjana Stim**
 - Menyingkirkan jirim pepejal di sebelah sekunder
- **Sistem Rawatan Sisa**
 - Merawat sisa pepejal, cecair dan gas

18

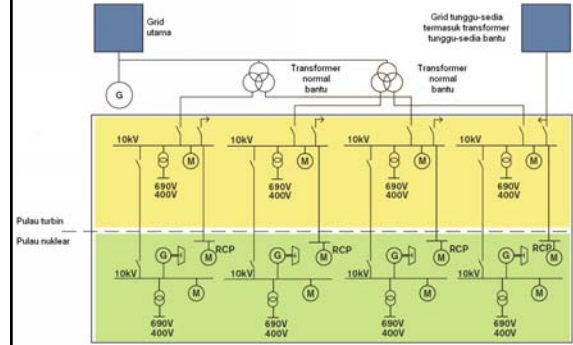
Sistem Penyejukan dan Penulenan Kolum Bahan Api

- Sistem Penyejukan Kolum Bahan Api
 - Dua rangkaian berasingan dan bebas
 - Dua buah pam selari per rangkaian
- Sistem Penulenan Kolum Bahan Api
 - Gelung penulenan untuk kolum bahan api terpakai (SFP)
 - Gelung penulenan untuk kolum reaktor dan IRWST
 - Gelung penyirangan untuk SFP dan kolum reaktor



MSOffice1

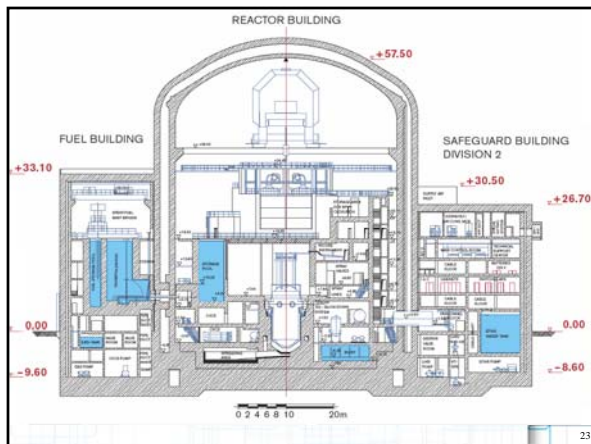
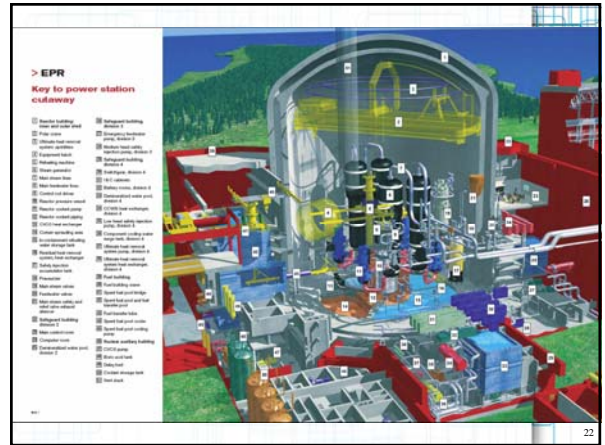
Sistem Bekalan Kuasa Kecemasan



Sistem Bekalan Kuasa Kecemasan



Bar 2, Germany (Konvoi, 1,300 MW) emergency Diesel generator.



Kesimpulan

- EPR dilengkapi dengan pelbagai sistem bantu untuk melicinkan kendalian serta mencegah kemalangan

Terima kasih...

Merci...

Danke...