
PENGUBAHAN *CODE* COBRA IV-I DARI BASIS AXP KE BASIS PC

Muh. Darwis Isnaini, Dewanto Saptoadi, Pudjijanto
Pusat Pengembangan Teknologi Reaktor Riset - BATAN

ABSTRAK.

PENGUBAHAN *CODE* COBRA IV-I DARI BASIS AXP KE BASIS PC. Telah dilakukan perubahan *Code* (program perhitungan komputer) COBRA IV-I dari versi AXP ke versi PC (komputer personal). Program perhitungan komputer (*code*) COBRA IV-I adalah program perhitungan untuk menganalisis termohidrolika teras dan elemen bakar nuklir yang berbentuk *rod bundle* (perangkat bahan bakar berbentuk silinder). Program yang dikembangkan oleh *Battele, Pacific Northwest Laboratories*, menggunakan pendekatan analisis sub kanal untuk menentukan entalpi dan distribusi pendingin di dalam perangkat bahan bakar baik untuk kondisi *steady state* dan trasien. Di dalam penelitian ini, telah berhasil dilakukan pengkopian/mentransfer/ menulis ulang program perhitungan COBRA IV-I yang terdiri dari program utama (main program) COBRA.FOR;7 terdiri atas 48 sub rutin dan 28 buah SPEC.INC yang masing-masing terpisah berbasis (dijalankan dengan komputer) AXP, kemudian digabung menjadi satu program besar COBRA IV-I basis PC (dijalankan dengan komputer PC). Dari kompilasi yang dilakukan telah diperoleh hasil yang baik dan diperoleh *execute file*, namun dari pengujian suatu input (data masukan) yang telah berhasil dijalankan di AXP masih ditemukan kendala yaitu tidak lengkapnya data keluaran (output). Dari analisis diperoleh bahwa ditemukan adanya ketidaksesuaian penulisan beberapa FUNGSI yang berlaku pada AXP dengan komputer jenis PC, dengan tindak lanjut dilakukan peruntan dan penggantian/ penulisan ulang beberapa FUNGSI tersebut pada program COBRA yang berbasis komputer PC.

ABSTRACT.

CONVERTING OF THE COBRA IV-I CODE AXP BASE TO PC BASE. Converting of the COBRA IV-I code AXP base to PC base has been carried out. This code has been developed by *Battele, Pacific Northwest Laboratories*. The COBRA IV-I computer code uses the sub channel analysis approach to determine the enthalpy and flow distribution in rod bundles for both steady-state and transient conditions. The activities has been done i.e., the program consists of the main program COBRA.FOR;7, 48 subroutines and 28 SPEC.INC those are separates each others and they have been copied/ transferred/ rewritten from AXP to PC and combined in one program. This program has been succeeded compiling, and found execute file, however, when it was tested by input data, the output file is not found completely yet. From the analysis, it was found that, there were any Functions did not match between AXP and PC, and in the future, the function will be traced, changed or rewrittten again to the PC.

PENDAHULUAN

Sesuai dengan RENSTRA BATAN, bahwa PLTN pertama akan dioperasikan di Indonesia pada tahun 2016. Untuk mendukung program tersebut, tentunya dituntut kemampuan yang lebih tinggi dari staf BATAN untuk dapat memahami karakteristik dari PLTN tersebut. Adapun untuk dapat memahami karakteristik PLTN, harus ditunjang dengan data dukung teknis dari berbagai jenis PLTN yang ada di dunia, dan juga kemampuan di dalam membuat pemodelan dalam perhitungan dan menganalisis hasilnya. Salah satu program perhitungan (*code*) yang dimiliki BATAN adalah COBRA

IV-I yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, karena selain tidak lengkapnya data PLTN yang dimiliki oleh BATAN, juga karena program perhitungan tersebut harus dijalankan melalui mesin AXP yang dikelola oleh Pusat lain yaitu P2TIK. Kendala yang dihadapi adalah mesin AXP lebih sering mati, sehingga sangat sulit untuk lebih menggeluti program tersebut.

Program perhitungan komputer (*code*) COBRA IV-I adalah program perhitungan untuk menganalisis termohidrolika teras dan elemen bakar nuklir yang berbentuk *rod bundle* (perangkat bahan bakar berbentuk silinder). Program yang dikembangkan oleh *Battelle, Pacific Northwest Laboratories*, menggunakan pendekatan analisis sub kanal untuk menentukan entalpi dan distribusi pendingin di dalam perangkat bahan bakar baik untuk kondisi *steady state* dan transien.

Penelitian ini bertujuan untuk mengubah program perhitungan komputer (*code*) COBRA IV-I dari basis (dijalankan dengan) AXP menjadi berbasis komputer pribadi (PC). Dengan *code* ini berbasis PC, diharapkan perhitungan mengenai perpindahan panas di pin elemen bakar, sub kanal atau teras reaktor PLTN dapat dilakukan lebih intensif dan leluasa tanpa kendala waktu operasi mesin AXP. Penelitian ini dilakukan secara berkelanjutan dan bertahap dalam beberapa tahun, dari penulisan ulang (mengkopi) program COBRA IV-I dari mesin AXP ke komputer PC, *compiling*, peruntukan kesalahan atau perbedaan format antara AXP dan PC, *compiling* ulang, sampai diperoleh file *exe* yang dapat dijalankan pada komputer PC. Pada tahun kedua diharapkan nanti telah diperoleh file *exe* yang baik, dengan dilakukan uji *benchmarking* dengan data perhitungan yang sudah pernah dilakukan di AXP atau dengan *sample input* yang ada dalam manual program COBRA IV-I. Dari hasil uji *benchmarking* tersebut dapat dikatakan apakah pengubahan program COBRA IV-I ini berhasil atau tidak. Jika berhasil, maka selanjutnya program ini dapat dipergunakan untuk perhitungan suhu elemen bakar PLTN tipe PWR.

DISKRIPSI PROGRAM COBRA IV-I

Pada paket program perhitungan (*code*) COBRA IV-I menghitung distribusi entalpi, aliran, suhu dan batas keselamatan terhadap pelepasan pendidihan titik (*departure from nucleate boiling – DNB*) dalam perangkat elemen bakar dan teras pada kondisi tunak (*steady state*) dan tak tunak (*transient*). COBRA merupakan akronim dari Coolant Boiling in Rod Arrays. Paket program COBRA IV-I merupakan

pengembangan dari program COBRA III-C. Program ini dikembangkan di the Pacific Northwest Laboratory oleh Battele Northwest pada tahun 1976. Pengembangan paket program COBRA IV-I dibiayai oleh the Energy Research and Development Administration (ERDA) dan the Nuclear Regulatory Commission (NRC).

COBRA telah lama diterima secara luas oleh industri nuklir sebagai perangkat lunak untuk memprediksi kelakuan termal dari elemen bakar dan teras reaktor. COBRA telah digunakan secara luas di dalam mendisain dan menganalisis keselamatan teras reaktor jenis LWR (*Light Water Reactor*), LMR (*Liquid Metal Reactors*) dan GCR (*Gas Cooled Reactors*). COBRA dapat diaplikasikan pada konfigurasi elemen bakar yang kompleks dengan mudah. Hal ini membuat COBRA menjadi suatu paket program banyak dipakai.

COBRA menggunakan konsep dasar analisis subkanal. Pada analisis sub kanal, perangkat elemen bakar/ teras dibagi dalam beberapa subkanal yang mempunyai batasan-batasan yang didefinisikan oleh permukaan elemen bakar disebelahnya. Subkanal secara aksial dibagi menjadi volume-volume kontrol yang *discrete* di mana persamaan-persamaan konservasi massa, energi dan momentum ditulis. Variabel-variabel laju aliran massa, tekanan, entalpi dan densitas didefinisikan sebagai harga rerata secara volume.

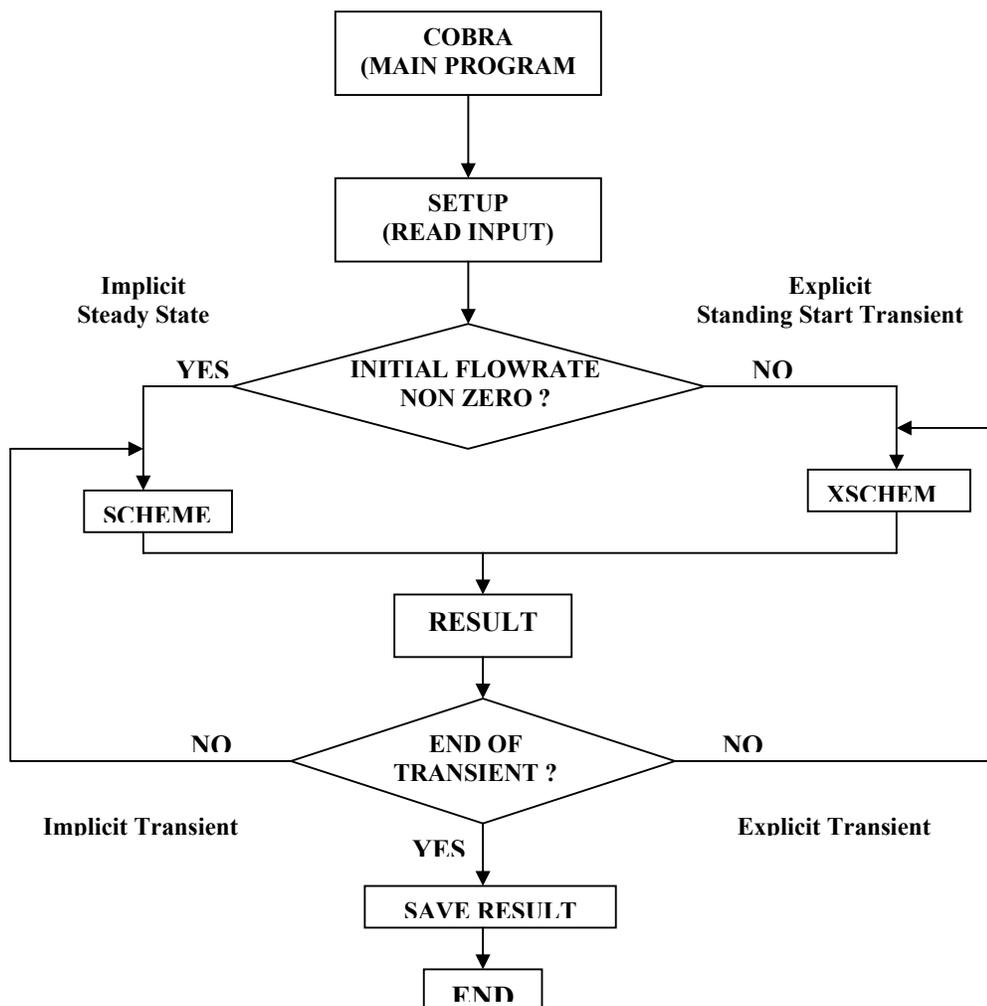
Program COBRA IV-I merupakan pengembangan dari program COBRA III-C, sehingga kemampuannya pun mencakup semua kemampuan yang dimiliki oleh program COBRA III-C ditambah dengan beberapa kemampuan komputasi yang lain, yaitu :

- a. Perangkat elemen bakar yang berukuran sangat besar, seperti “a full 217-pin wire wrapped bundle”,
- b. Tata letak dan masukan kartu untuk tiap perangkat elemen bakar dapat dibangkitkan secara otomatis dengan program bantu,
- c. Kemampuan ukuran/ dimensi program dapat diatur dengan menggunakan program bantu,
- d. Dapat memperhitungkan dinding yang menghantarkan panas di antara dua subkanal yang bertolak belakang
- e. Dapat memperhitungkan konduksi panas secara aksial dan konduktivitas termal sebagai fungsi suhu,
- f. Korelasi perpindahan panas mencakup untuk kondisi-kondisi *subcooled*, pendidihan dan *superheated*,

-
- g. Kemampuan *restart*, yang mengijinkan penyelesaian untuk disimpan dan digunakan untuk melanjutkan perhitungan kembali atau digunakan sebagai terkaan awal pada persoalan yang berbeda,
 - h. Kemampuan untuk membuat plot tekanan, fluks massa, entalpi dan *cross flow* versus posisi aksial,
 - i. Kondisi-kondisi batas aliran dan tekanan dapat digunakan untuk mengontrol kondisi tunak,
 - j. Pemecahan numerik yang baru, memungkinkan diperhitungkannya fenomena seperti redistribusi aliran yang didominasi oleh gaya apung, balikan aliran, resirkulasi dan *reentry*.

Secara keseluruhan struktur program COBRA IV-I dapat digambarkan dengan diagram alir seperti terlihat pada Gambar 1. Setelah mengawali perhitungan di program utama (*main program*) subrutin SETUP dipanggil. Subrutin ini akan membaca masukan, menghitung variabel-variabel subkanal dan mengeset logika penyusunan yang mendefinisikan geometri subkanal.

Setelah kembali ke program utama, COBRA IV-I memulai perhitungan dengan skema perhitungan sesuai pilihan pemakai, bisa implisit atau eksplisit. Untuk kebanyakan kasus, kecuali kondisi tak tunak dengan laju alir nol, penyelesaian secara implisit akan dipanggil pertama untuk menghitung harga awal untuk kondisi tunak. Subrutin SCHEME dipanggil untuk penyelesaian secara implisit. Jika perhitungan secara eksplisit dikehendaki, subrutin XSCHM dipanggil. Subrutin baru ini melakukan perhitungan untuk kondisi batas laju alir masukan atau beda tekanan, dan dapat memperhitungkan fenomena aliran yang berbalik, di mana fenomena ini tak sanggup ditangani secara implisit.



st

Gambar 1. Diagram Alir COBRA IV-I

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelusuran program COBRA IV-I dari mesin AXP, program ini terdiri dari program utama (*main program*) COBRA.FOR;7 yang dilengkapi dengan 48 subrutin dan 28 buah SPEC.INC yang terpisah seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Subrutin dan Spec.Inc dari Program COBRA IV-I

Daftar SubRutin (Program): AREA.FOR;2 BVOID.FOR;2 CHF.FOR;2 CHF1.FOR;2 CHF2.FOR;2 CHFCOR.FOR;2 CLEAR.FOR;2 COBI.FOR;2 COBRA.FOR;7 CURVE.FOR;2 DFAULT.FOR;2 DIFFER.FOR;2 DIVERT.FOR;2 DOY.FOR;1 DRIFT.FOR;2 DUMPIT.FOR;2	ELAP.FOR;2 ERRORS.FOR;2 FILE48.FOR;2 FORCE.FOR;2 GAUSS.FOR;2 HCOOL.FOR;2 HEAT.FOR;2 HTCOR.FOR;2 ISWAP.FOR;2 KAMINAGA.FOR;6 LIMITS.FOR;2 LOAD.FOR;2 LOADL.FOR;2 LOOP.FOR;2 MIX.FOR;2 MOVEAB.FOR;2	PBOUND.FOR;2 PROP.FOR;2 RESTRT.FOR;2 RESULT.FOR;2 ROLLIT.FOR;2 SCHEME.FOR;13 SCQUAL.FOR;2 SETUP.FOR;9 SPLIT.FOR;2 SPLITER.FOR;2 STEAM.FOR;2 TEMP.FOR;2 TODS.FOR;7 TULIS.FOR;4 VOID.FOR;2 XSCHM.FOR;2
SPEC1.INC;1 SPEC2.INC;1 SPEC3.INC;1 SPEC4.INC;1 SPEC5.INC;1 SPEC6.INC;1 SPEC7.INC;1 SPEC8.INC;1 SPEC9.INC;1 SPEC10.INC;1	SPEC11.INC;1 SPEC12.INC;1 SPEC13.INC;1 SPEC14.INC;1 SPEC15.INC;1 SPEC16.INC;1 SPEC17.INC;1 SPEC18.INC;1 SPEC19.INC;1 SPEC20.INC;1	SPEC21.INC;1 SPEC22.INC;1 SPEC23.INC;1 SPEC24.INC;1 SPEC25.INC;1 SPEC26.INC;1 SPEC27.INC;1 SPECS.INC;1

Dari hasil penulisan ulang, diperoleh beberapa perbedaan format Fortran pada mesin AXP dan komputer PC yang diketahui dari hasil *compile* program, meskipun diperoleh file *exe* tetapi tidak bisa running.

Dengan melakukan beberapa perubahan di dalam format penulisan, dan diuji dengan melakukan perhitungan untuk data RSG-GAS, baru diperoleh keluaran input data, seperti tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2. Benchmarking hasil perhitungan COBRA IV-I versi AXP dan PC
Untuk DATA RSG**

No.	Jenis	Keluaran dari COBRA versi AXP	Keluaran dari COBRA versi PC
1	Data Input		
	Dimensi Parameter	Ada	Ada
	Tabel Sifat Fluida	Ada	Ada
	Sifat Uap <i>Superheated</i>	Ada	Ada
	Distribusi Fluks Panas	Ada	Ada
	Data Input Subkanal	Ada	Ada
	Data Input <i>Rod</i> Bahan Bakar	Ada	Ada
	Sifat Material Bahan <i>Fuel</i>	Ada	Ada
	Parameter Perhitungan	Ada	Ada
2	Hasil Keluaran		
	Hasil keluaran kanal	Ada	Ada
	Keseimbangan Massa	Ada	Ada
	<i>Channel Results, untuk t = 0.00 detik</i>	Ada, $T_{in} = 112,1\text{ }^{\circ}\text{F}$	Belum ada keluaran
	Kanal 1	$T_{out} = 126,81\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 2	$T_{out} = 118,48\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 10	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 11	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 12	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 16	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 1 (FE tipe 1)</i>	$T_{m,max} = 329,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 2 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 115,30\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 10 (FE tipe 3)</i>	$T_{m,max} = \text{NA}$	
	Distribusi suhu <i>rod 11 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 12 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 16 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	<i>Critical Heat Flux Summary</i>	DNBR min = 3,526	
	<i>Channel Results, untuk t = 0.50 detik</i>	Ada, $T_{in} = 112,1\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 1	$T_{out} = 126,81\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 2	$T_{out} = 118,48\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 10	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 11	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 12	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 16	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 1 (FE tipe 1)</i>	$T_{m,max} = 329,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 2 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 115,30\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 10 (FE tipe 3)</i>	$T_{m,max} = \text{NA}$	
	Distribusi suhu <i>rod 11 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 12 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 16 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	<i>Critical Heat Flux SummaryChannel</i>	DNBR min = 3,526	
	<i>Results, untuk t = 1.00 detik</i>	Ada, $T_{in} = 112,1\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 1	$T_{out} = 126,81\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 2	$T_{out} = 118,48\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 10	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 11	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 12	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Kanal 16	$T_{out} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 1 (FE tipe 1)</i>	$T_{m,max} = 329,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 2 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 115,30\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 10 (FE tipe 3)</i>	$T_{m,max} = \text{NA}$	
	Distribusi suhu <i>rod 11 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 12 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	Distribusi suhu <i>rod 16 (FE tipe 2)</i>	$T_{m,max} = 112,10\text{ }^{\circ}\text{F}$	
	<i>Critical Heat Flux Summary</i>	DNBR min = 3,526	

Dari analisis diperoleh bahwa ditemukan adanya ketidaksesuaian penulisan beberapa FUNGSI yang berlaku pada AXP dengan komputer jenis PC, dengan tindak lanjut dilakukan perunutan dan penggantian/ penulisan ulang beberapa FUNGSI tersebut pada program COBRA yang berbasis komputer PC.

Hambatan seperti ini juga pernah dialami saat penggantian mesin VAX 8550 ke mesin AXP, di mana program COBRA IV-I sempat tidak dapat dijalankan dengan mesin AXP. Upaya untuk menjalankan program COBRA IV-I pada mesin AXP memberikan hasil meskipun tidak sempurna, yaitu adanya keterbatasan program ini hanya mampu untuk menghitung 1/16 perangkat elemen bakar atau hanya terdiri dari 4 pin elemen bakar, dengan keluaran hitungan berhenti setelah pin pertama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa perubahan program perhitungan komputer (*code*) COBRA IV-I dari basis AXP ke PC belum berhasil dengan baik, dalam artian program ini sudah berhasil ditulis ulang, di *compile* dan di peroleh file *exe*, namun setelah running belum/ tidak didapatkan keluaran yang sesuai dengan keluaran AXP.

Disarankan pada tahun depan untuk dilakukan perunutan lagi penulisan Fungsi yang ada di dalam subrutin, sehingga diperoleh penulisan yang benar dan program dapat dijalankan di komputer PC.

DAFTAR PUSTAKA

1. Stewart, C.W; etc.: *COBRA IV-I : An Interim Version of COBRA for Thermal-Hydraulic Analysis of Rod Bundle Nuclear Fuel Element and Core*, BNWL 1962, UC-32, Battele, Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington 99352, March, 1976.
2. Stewart, C.W, etc: *COBRA IV-I: The Model and Method*, Battele, Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington 99352, July, 1976.
3. Putranta, K: *Komputasi Termohidrolika Teras Reaktor*, Diklat Aspek Neutronik dan Termohidrolik PLTN I, BATAN, Jakarta, 19 September – 14 Oktober 1994.
4. Darwis Isnaini, M : *Studi Desain Termohidrolika Teras PLTN Tipe ABWR Pada Kondisi Tunak*, Prosiding Seminar Hasil Penelitian PRSG Tahun 1997/ 1998, PRSG – BATAN, Serpong, 9 – 10 Juni 1998.