

PENINGKATAN KINERJA PIRANTI LUNAK CAPD UNTUK PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN: PEMERIKSAAN KANTUNG PIPA, PEMERIKSAAN KETINGGIAN KATUP DAN FLEKSIBILITAS

Ari Satmoko, Edi Karyanta, Dedy Haryanto, Abdul Hafid, Sudarno, Kussigit Santosa, A. Pinitoyo, Demon Handoyo

ABSTRAK

PENINGKATAN KINERJA PIRANTI LUNAK CAPD UNTUK PERANCANGAN SISTEM PERPIPAAN: PEMERIKSAAN KANTUNG PIPA, PEMERIKSAAN KETINGGIAN KATUP DAN FLEKSIBILITAS. Peningkatan kinerja piranti lunak CAPD untuk perancangan sistem perpipaan: pemeriksaan kantung pipa, pemeriksaan ketinggian katup dan fleksibilitas. Salah satu tahap dalam konstruksi suatu instalasi industri adalah mempersiapkan gambar *lay-out* pemipaan. Dalam gambar ini pipa dan semua peralatan lain seperti instrumentasi, *equipment*, struktur penyangga harus termodelkan. Program CAPD telah dikembangkan untuk mengganti kedudukan seorang perancang pipa. Kemampuan program CAPD telah berhasil ditingkatkan dengan menambah dua subprogram CHKUIPE dan CHKMANV. Subprogram pertama berfungsi untuk memeriksa dan memberikan *warning* jika ada sistem perpipaan yang mempunyai kantung pipa. Sedangkan program kedua berhasil mengidentifikasi posisi sebuah katup dan memeriksanya apakah sudah terjangkau oleh tangan manusia. Program utama CAPD juga telah berhasil dimodifikasi sehingga dapat membatasi panjang maksimum lintasan lurus. Dengan pembatasan ini, fleksibilitas pipa dapat ditingkatkan.

ABSTRACT

CAPD SOFTWARE DEVELOPMENT FOR AUTOMATIC PIPING SYSTEM DESIGN: CHECKING PIPING POCKET, CHECKING VALVE LEVEL AND FLEXIBILITY. One of several steps in industrial plant construction is preparing piping layout drawing. In this drawing, pipe and all other pieces such as instrumentation, equipment, structure should be modeled. A software called CAPD was developed to replace and to behave as piping drafter or designer. CAPD was successfully developed by adding both subprogram CHKUIPE and CHKMANV. The first subprogram can check and gives warning if there is piping pocket in the piping system. The second can identify valve position and then check whether valve can be handled by operator hand. The main program CAPD was also successfully modified in order to be capable in limiting the maximum length of straight pipe. By limiting the length, piping flexibility can be increased.

PENDAHULUAN

Salah satu tahap dalam merancang suatu instalasi industri adalah mempersiapkan gambar *lay-out* yang menunjukkan sistem perpipaan, instrumentasi, peralatan, struktur penyangga dan semua benda yang harus terwujud dalam konstruksi. Hingga kini, persiapan *lay-out* pemipaan masih dilakukan secara manual yang mengakibatkan pemborosan waktu dan biaya.

Dengan maksud memangkas waktu dan biaya dalam penggambaran *lay-out* pemipaan, kegiatan penelitian dilakukan sejak tahun anggaran 2001 dengan tujuan mencipta suatu piranti lunak yang mampu mengganti kedudukan seorang perancang pipa. Pengerjaan

secara otomatis yang dipandu oleh komputer juga akan meminimumkan kesalahan-kesalahan yang mungkin timbul. Selama kurun waktu tahun 2001.⁽¹⁾ telah dihasilkan database komponen-komponen utama sistem perpipaan berupa pipa, flens, dan katup. Secara paralel, program dasar *Computer Aided Piping Design* (CAPD) juga telah dikembangkan. Selama kurun waktu tahun anggaran 2002, database telah dikembangkan dengan menambah komponen *fitting*. Secara paralel pula kinerja CAPD versi lama telah dikembangkan sehingga dapat membatasi panjang maksimum lintasan lurus. Selain itu subprogram CHKUIPE dan CHKMANV yang berfungsi memeriksa adanya

kantung pipa dan ketinggian katup telah pula disusun. Kedua subprogram ini nantinya akan diimplementasikan ke dalam program CAPD. Tambahan kedua subprogram tersebut dan pengembangan CAPD inilah yang menjadi fokus dalam makalah ini.

PERMASALAHAN

Secara geometri, membuat lintasan dari satu titik ke titik lain mempunyai alternatif solusi yang tak terhingga banyaknya. Namun demikian, suatu sistem perpipaan harus mematuhi berbagai aspek maupun kriteria. Kriteria tersebut bisa berasal dari standar internasional maupun lokal, problem *engineering*, ataupun berasal dari pengalaman pakar tertentu.⁽²⁾ Dalam makalah ini, beberapa permasalahan yang akan dievaluasi dalam program CAPD adalah kantung pipa, posisi katup yang harus terjangkau, dan pembatasan panjang maksimum lintasan lurus.

Kemungkinan terjadinya fenomena kantung pipa harus dapat dihindari. Kemungkinan ini akan menyebabkan terjebaknya fluida dalam pipa tersebut. Keadaan ini akan semakin parah bila fluida tersebut mengandung elemen yang mungkin dapat mengendap. Deposit pada pipa tentu saja akan mengganggu proses dan mungkin mengarah kepada kecelakaan. Tipe kantung pipa terdiri dua macam, yaitu "pipa u" dan "pipa n". Kantung pipa u akan menjebak fluida berbentuk cairan, sedangkan kantung pipa n akan menjebak gas. Bergantung kepada proses yang terjadi, kantung "pipa n" mungkin tidak terlalu bahaya apabila fluida yang mengalir di dalamnya berupa cairan. Namun kantung "pipa u" harus dihindari dalam proses apapun. Hal ini

berlandaskan bahwa meski dalam operasi normal fluida yang mengalir adalah dalam bentuk gas, dalam uji *hydro test* biasanya menggunakan air sebagai fluida.

Suatu proses tidak mungkin selalu kontinu. Karena alasan pemeliharaan dan keamanan, sewaktu-waktu proses dihentikan. Salah satu komponen yang sangat berperan dalam keadaan seperti ini adalah katup. Komponen ini digunakan untuk membuka dan menutup aliran sewaktu-waktu. Operator yang ada di lapangan tentu saja harus mempunyai akses dalam menjangkau katup. Dengan demikian posisi katup harus berada dalam jangkauan manusia. Ketinggian sebuah katup idealnya di bawah 2m.⁽³⁾

Selesai sistem perpipaan tergambar, sistem tersebut harus melalui *piping stress analysis* yang akan menghasilkan output berupa tegangan, gaya reaksi dan perpindahan atau deformasi pipa. Dengan mengacu pada kriteria ataupun standar yang telah ditetapkan, ketiga parameter tersebut tidak boleh melampaui harga-harga yang diijinkan. Kondisi kritis akan terjadi pada saat operasi di mana temperaturnya relatif tinggi sehingga menyebabkan pemuaian pipa. Untuk menekan ketiga parameter tersebut, sistem perpipaan harus dibuat sefleksibel mungkin. Salah satu cara meningkatkan fleksibilitas adalah dengan membatasi panjang maksimum lintasan lurus. Pembelokan pipa juga secara otomatis turut meningkatkan fleksibilitas pipa.

METODE PENYELESAIAN

Kantung pipa

Seperti disebutkan di muka, kantung pipa bisa dalam bentuk kantung atas (tipe n) dan

kantung bawah (tipe u). Subprogram pengevaluasi ada tidaknya kantung diberi nama CHKUPIPE yang diagram alirnya ditunjukkan pada Gambar 1. Sebelumnya ditetapkan terlebih dahulu sumbu vertikal. Dalam hal ini subprogram akan menganggap bahwa sumbu vertikal adalah sumbu Y dengan nilai positif ke arah atas. Pemeriksaan diawali dengan mengambil sebuah sistem perpipaan yang telah selesai terdesain. Sistem tersebut diuraikan ke dalam komponen-komponennya secara berurutan. Elemen pertama diambil dan kemudian dilihat apakah mempunyai komponen vertikal. Bila mempunyai komponen vertikal kemudian akan diperiksa apakah dalam arah positif atau negatif. Kondisi ini dicatat dan diteruskan dengan mengevaluasi komponen berikutnya. Komponen yang horizontal tentu saja langsung diabaikan untuk kemudian diuraikan komponen lanjutannya. Terdapatnya kantung pipa akan terdeteksi ketika ada perubahan arah dalam sumbu vertikal. Komponen yang tadinya naik terus kemudian diikuti dengan adanya komponen yang turun menunjukkan terbentuknya kantung pipa n. Sedangkan kantung pipa u akan terdeteksi bila terdapat bagian yang turun, kemudian ada bagian berikutnya yang naik. Bila menemukan adanya kantung, subprogram akan memberikan *warning*.

Mungkin saja dalam sebuah sistem perpipaan terdapat satu atau lebih kantung pipa. Keadaan ini akan terdeteksi oleh subprogram sebagaimana ditunjukkan oleh alur diagram. Setelah menemukan kantung bawah subprogram akan memeriksa kemungkinan adanya kantung atas. Begitu pula sebaliknya. *Loop* ini akan

berlanjut dan akan berakhir setelah menjumpai komponen terakhir dalam sebuah sistem perpipaan.

Memeriksa katup

Subprogram untuk memeriksa posisi katup diberi nama CHKMANV yang diagram alirnya ditunjukkan pada Gambar 2. Identik dengan subprogram sebelumnya, pemeriksaan diawali dengan mengambil sebuah sistem perpipaan yang telah selesai terdesain dan menguraikannya ke dalam komponen-komponen secara berurutan. Dengan menggunakan *loop*, setiap elemen diperiksa apakah merupakan komponen *valve*. Apabila jawaban yang diberikan adalah positif, komponen *valve* diuraikan lagi ke dalam elemen-elemen karakteristiknya. Dalam CAPD, *valve* digambarkan dengan empat buah titik. Dua buah titik menunjukkan pipa masuk dan pipa keluar, sebuah titik lagi menunjukkan titik tengah, dan titik yang ke-empat menunjukkan posisi handel *valve*. Titik terakhir inilah yang akan dievaluasi karena memang bagian handel yang akan dijangkau oleh operator lapangan.

Instalasi industri mungkin saja terdiri dari beberapa *deck* atau tingkat ketinggian. Setelah menemukan titik handel, subprogram akan mencari di tingkat berapa *valve* tersebut berada. Bila sudah ditemukan, langkah berikutnya adalah menghitung ketinggian *valve* tersebut pada *deck* untuk kemudian dibandingkan dengan batas toleransi yang diijinkan. Apabila katup berada di luar jangkauan manusia, subprogram akan memberikan *warning*.

Sebenarnya, kriteria ketinggian belum menjawab persoalan karena mungkin saja katup berada di dekat tembok atau benda penghalang

lain. Dalam posisi ini, meski dalam arah ketinggian terjangkau oleh operator, katup tidak bisa diakses. Untuk sementara ini subprogram belum dapat mengevaluasi dapat tidaknya operator menjangkau *valve* dari samping. Hal ini akan menjadi subyek untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Fleksibilitas

Seperti disebutkan di muka, salah satu cara meningkatkan fleksibilitas pipa adalah dengan membatasi panjang maksimum lintasan lurus. Berbeda dengan dua subprogram di atas, pembatasan panjang maksimum tidak bisa disusun secara terpisah dari program utama CAPD. Dengan demikian program CAPD versi lama harus diperbaiki. Diagram alur versi baru dapat dilihat di Gambar 3. Seperti pada versi lama, sebagai input dibutuhkan semua lintasan pipa yang akan dirancang (posisi dan arah pada masing-masing titik awal dan akhir) dan daftar *equipment* yang mungkin menjadi penghalang. Program juga dilengkapi dengan sebuah subprogram yang mampu mengevaluasi daftar urut semua lintasan pipa berdasarkan urutan prioritas. Berbagai alasan baik teknik maupun ekonomi mengharuskan pipa berdiameter lebih besar harus mempunyai lintasan minimum sehingga menjadi prioritas utama.

Dengan mengambil salah satu lintasan yang harus dirancang, pertama kali yang dievaluasi adalah apakah vektor awal dan vektor akhir sejajar. Dalam program CAPD versi lama, apabila kedua vektor segaris dan vektor akhir terletak dalam posisi positif maka lintasan selesai, tinggal menghubungkan kedua titik. Dalam CAPD versi baru, kondisi seperti ini masih harus diperiksa lagi apakah melebihi

batas panjang maksimum. Bila masih di bawah batas, maka lintasan tersebut dinyatakan selesai. Semua lintasan bagaimanapun kombinasi titik dan arahnya selalu akan berakhir pada kasus ini. Selanjutnya, lintasan ini akan menjadi penghalang tambahan untuk lintasan-lintasan pipa berikutnya. Namun bila ternyata melampaui panjang maksimum, lintasan hanya akan maju hingga panjang maksimum dan di titik baru ini arah akan dibelokkan. Iterasi program dikembalikan ke kondisi-kondisi baru.

Dalam setiap lintasan selalu diperiksa apakah lintasan yang sedang dirancang bertabrakan dengan benda-benda lain disekitarnya. Kasus tabrakan akan mengakibatkan lintasan pipa dibelokkan ke arah lain. Perubahan versi lama juga dilakukan untuk kasus di mana kedua vektor awal dan tujuan tidak sejajar. Dalam kasus seperti ini, CAPD akan memberikan alternatif panjang dan jumlah belokan minimum. Apabila tidak ada halangan, titik-titik alternatif ini akan diambil. Tetapi bila ternyata panjangnya melebihi batas panjang maksimum lintasan lurus, CAPD baru akan menyarankan untuk maju hanya hingga panjang maksimum. Di titik baru tersebut, arah pipa akan dibelokkan dan iterasi program dikembalikan ke kondisi-kondisi baru.

Pemrograman

Program CAPD menggunakan teori kecerdasan buatan dalam mencari solusinya. Dengan demikian, untuk pemrograman, bahasa yang digunakan harus adaptif dengan permasalahan kecerdasan buatan dan pula harus dapat diimplementasikan dengan piranti lunak yang banyak digunakan dalam rancang bangun suatu instalasi industri. Merupakan

pengembangan dari LISP, AutoLISP memenuhi kriteria ini karena dapat dieksekusi di bawah piranti lunak AutoCAD.⁽⁴⁾ Bahasa ini memiliki fasilitas untuk menangani struktur data yang bersifat *list* atau himpunan.

HASIL

Dengan mengacu kepada diagram alur yang telah didiskusikan sebelumnya, subprogram CHKUIPE dan CHKMANV telah selesai disusun dengan menggunakan piranti lunak AutoLISP. Hasil eksekusi menunjukkan bahwa kedua subprogram tersebut telah berfungsi seperti yang diharapkan. CHKUIPE berhasil menunjukkan *warning* adanya pipa u maupun pipa n. Banyaknya *warning* yang ditampilkan menunjukkan banyaknya kantung pipa. CHKMANV juga berhasil memberikan *warning* untuk kasus di mana ketinggian sebuah katup terletak di luar jangkauan manusia. Subprogram ini juga memberikan petunjuk di *deck* sebelah mana, katup tersebut terletak.

Kinerja program CAPD juga telah ditingkatkan sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas sistem perpipaan yang sedang didesain dengan cara membatasi panjang maksimum lintasan lurus. Meskipun secara geometri sudah dapat membatasi panjang maksimum pipa lurus, secara teknik aspek fleksibilitas pipa belum sepenuhnya memuaskan. Sebagai contoh, program CAPD belum bisa menentukan di mana pipa lurus panjang harus ditempatkan. Mestinya CAPD mengijinkan pipa panjang dengan catatan agak jauh dari suatu *nozzle*. Namun untuk memperbaikinya, diagram alur seperti tertera pada Gambar 3 harus pula diubah, dan ini

menjadi subyek penelitian berikutnya untuk dikembangkan.

KESIMPULAN

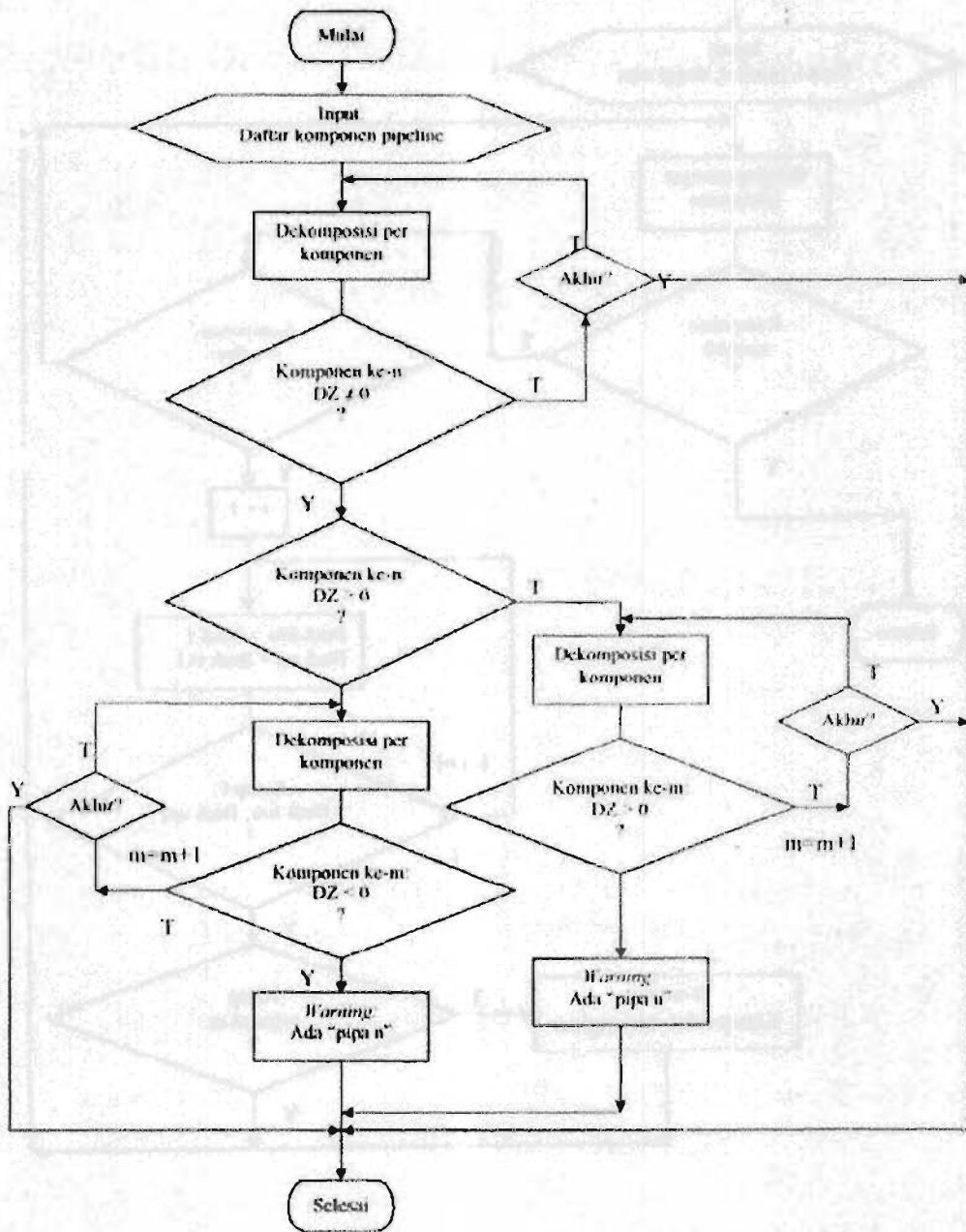
Subprogram CHKUIPE dan CHKMANV telah selesai disusun dengan menggunakan piranti lunak AutoLISP. Kedua subprogram tersebut telah berfungsi seperti yang diharapkan. CHKUIPE berhasil menunjukkan *warning* adanya pipa u maupun pipa n serta dapat menunjukkan banyaknya kantung pipa. Sedangkan subprogram CHKMANV berhasil memberikan *warning* untuk kasus di mana ketinggian sebuah katup terletak di luar jangkauan manusia.

Kinerja program utama CAPD juga telah ditingkatkan. Aspek fleksibilitas sistem perpipaan dapat ditingkatkan dengan cara membatasi panjang maksimum lintasan lurus. Harus pula dicatat, meskipun secara geometri sudah berhasil, ditinjau dari aspek teknik, solusi yang diberikan oleh CAPD belum sepenuhnya memuaskan. Untuk memperbaikinya, diagram alur seperti yang telah didiskusikan harus diubah dan dikembangkan lebih lanjut.

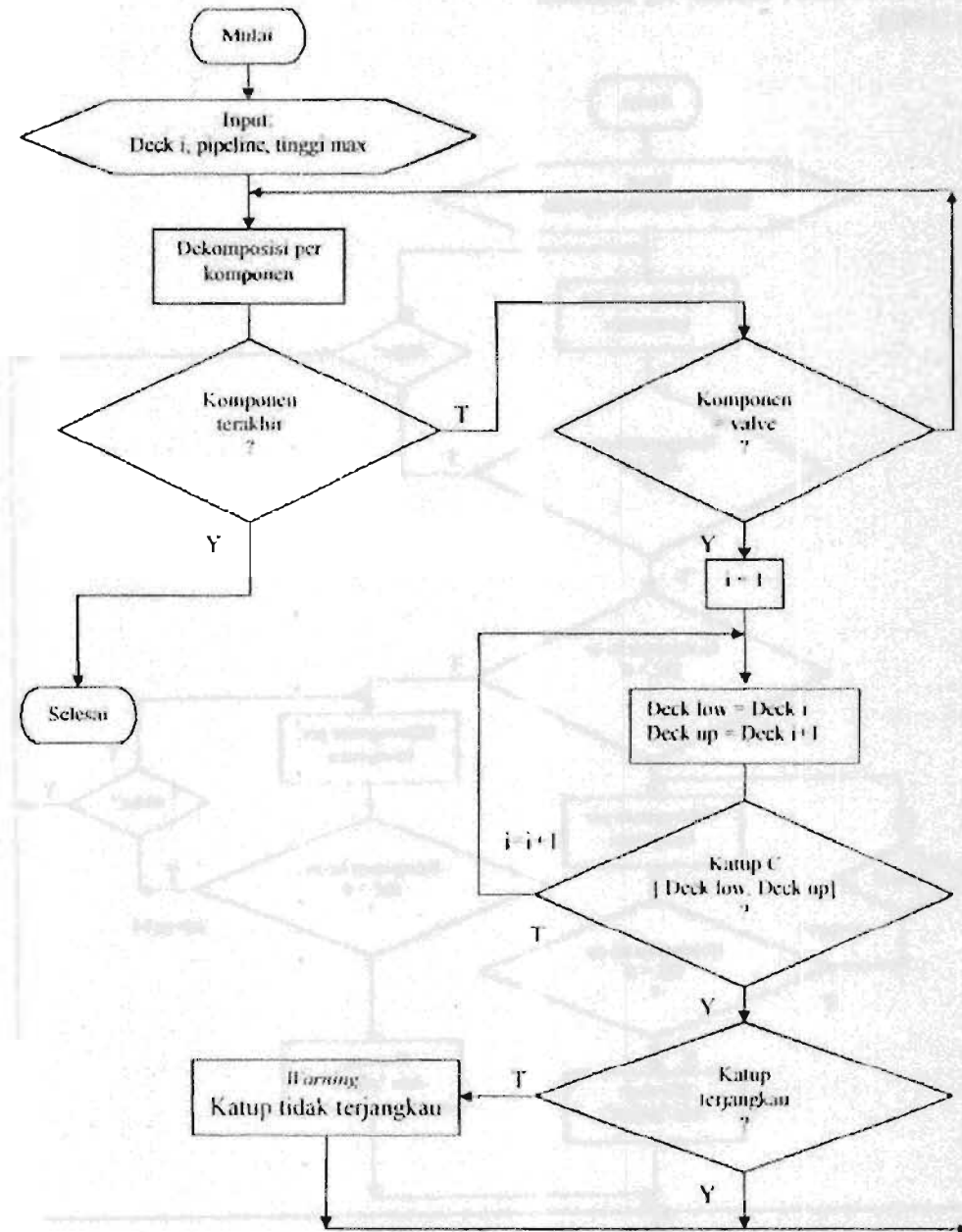
DAFTAR PUSTAKA

1. ARI SATMOKO, Pengembangan Piranti Lunak CAPD untuk Perancangan Sistem Perpipaan Menggunakan Metode Pencarian Kedalaman Pertama, Prosiding Presentasi Ilmiah Teknologi Keselamatan Nuklir VII, Serpong 14 Pebruari 2002, ISSN No.: 1410-0533.
2. LOUIS GARY LAMIT, Piping Systems Drafting and Design, Prectice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 07632
3. CARMELITA E. BAUTISTA, The Piping Guide: for the Design and Drafting of Industrial Piping Systems, Part II, Syentek Inc, San Francisco

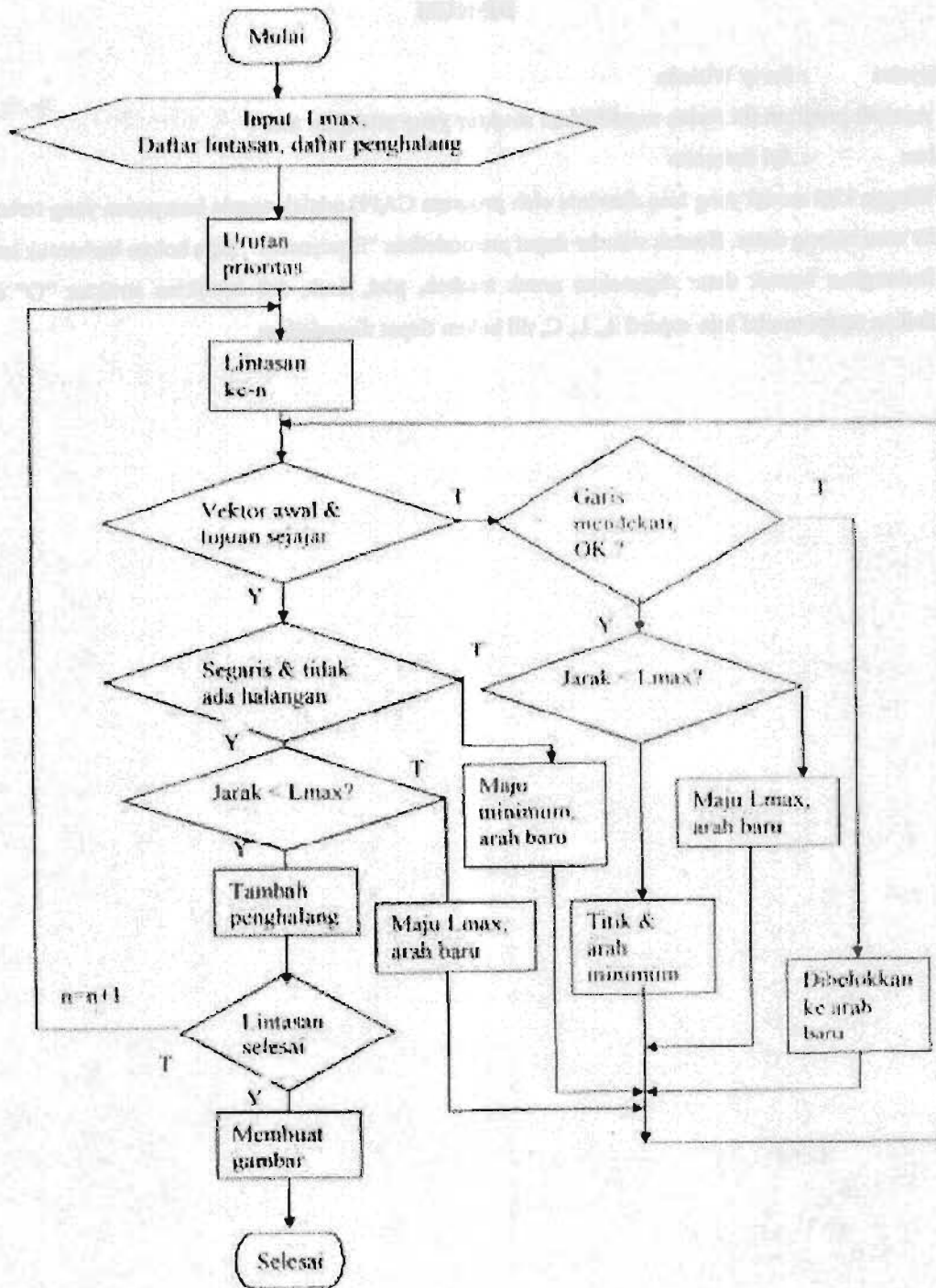
4. -----, AutoLISP Programmer's Reference Manual, Release 12, Autodesk, Inc (1990)



Gambar 1. Diagram alur subprogram CHKUPIPE



Gambar 2. Diagram alur subprogram CHKMANV



Gambar 3. Diagram alur subprogram CAPD

DISKUSI

Pertanyaan : Surip Widodo

Apakah program ini sudah memikirkan struktur yang mungkin ada ?

Jawaban : Ari Satmoko

Hingga kini model yang bisa diterima oleh program CAPD adalah segala komponen yang terbentuk silinder atau bidang datar. Bentuk silinder dapat memodelkan "Equipment", pipa kolom berbentuk bundar dsb. Sedangkan bentuk datar digunakan untuk tembok, plat, deck, dsb demikian struktur "O" dapat dimodelkan tetapi model lain seperti \perp , L, C, dll belum dapat dimodelkan.

