

PENGUJIAN PENYELAKU ALIRAN BERBILANG FASA DALAMAN

Issham bin Ismail
Jabatan Kejuruteraan Petroleum

ABSTRAK

Penyelaku aliran berbilang fasa diperlukan dalam industri petroleum bagi membantu jurutera pengeluaran melakukan kerja-kerja reka bentuk dan analisis pelengkapan telaga dan kemudahan sistem pengeluaran. Apabila dibekalkan dengan suatu penyelaku aliran berbilang fasa, para-jurutera perlulah menguji keupayaan dan ketepatan penyelaku itu terlebih dahulu supaya boleh menghasilkan suatu reka bentuk dan susunan pelengkapan telaga dan kemudahan sistem pengeluaran yang optimum.

Pengenalan

Penyelaku aliran berbilang fasa merupakan suatu peralatan yang sangat penting dalam industri petroleum terutamanya dari sudut kejuruteraan pengeluaran. Penyelaku ini yang boleh terdiri daripada satu ataupun lebih sekaitan aliran berbilang fasa. Lazimnya penyelaku digunakan untuk melaksanakan kerja-kerja seperti pemilihan saiz tetiub, meramal tekanan aliran dasar lubang, menentukan kadar alir maksimum, mereka bentuk sistem angkat buatan dan sebagainya. Sekaitan yang biasa digunakan dalam penyelaku aliran berbilang fasa ialah Orkiszewski,⁽¹⁾ Hagedorn dan Brown,⁽²⁾ Beggs dan Brill,⁽³⁾ Gray,⁽⁴⁾ Duns dan Ros,⁽⁵⁾ Aziz, Govier dan Fogarasi⁽⁶⁾ dan lain-lain lagi.

Penyelaku aliran berbilang fasa diperlukan dalam industri petroleum kerana setiap sekaitan yang digunakan untuk mengira tekanan sepanjang rentetan tetiub, biasanya melibatkan pengiraan yang berulang-ulang. Proses ini memerlukan masa yang panjang jika dilakukan secara manual. Penyelaku aliran berbilang fasa pada umumnya berupaya untuk mengira tekanan sepanjang rentetan tetiub sehingga mencapai tekanan kepala telaga, jika tekanan dasar lubang pada kedalaman diberi. Sebaliknya jika tekanan kepala telaga diberi, penyelaku mesti juga boleh mengira tekanan sepanjang rentetan tetiub sehingga mencapai tekanan pada kedalaman yang dikehendaki.

Pada masa ini, terdapat berbagai jenis penyelaku aliran berbilang fasa komersil dijual di pasaran. Di samping itu, tidak kurang juga syarikat-syarikat minyak gergasi terutamanya syarikat yang mempunyai pusat penyelidikan sendiri yang membina penyelaku aliran berbilang fasa untuk kegunaan dalaman. Apabila para-jurutera pengeluaran sesebuah syarikat minyak memaklumkan bahawa mereka boleh mula menggunakan penyelaku aliran berbilang fasa untuk kerja harian masing-masing, pada lazimnya kebanyakan jurutera tersebut akan terus menggunakan penyelaku berkenaan tanpa melakukan sebarang penilaian terlebih dahulu. Biasanya mereka menganggap bahawa penyelaku dalaman tersebut adalah baik dari segi keupayaan dan ketepatannya. Jika mereka kurang bernasib baik, tekanan dasar lubang yang diramalkan misalnya, mungkin dihasilkan bersama dengan ralat setinggi lapan hingga lima belas peratus. Akibatnya, reka bentuk dan susunan peralatan dasar lubang yang dilakukan sudah tentu tidak dapat menghasilkan prestasi yang dikehendaki. Sehubungan itu, pengujian terhadap penyelaku aliran berbilang fasa dalaman

terutama dari segi ketepatannya perlu dilakukan bagi memastikan yang hasil optimum diperoleh.

PENGUJIAN PENYELAKU ALIRAN BERBILANG FASA

Pada amnya, untuk menguji keupayaan dan ketepatan sesuatu aliran berbilang fasa, sekurang-kurangnya dua penyelaku yang menggunakan sekaitan yang sama diperlukan. Penulis bernasib baik kerana di syarikat minyak X tersebut, terdapat tiga jenis penyelaku aliran berbilang fasa digunakan oleh para-juruteranya. Penyelaku-penyelaku tersebut ialah Aliran Berbilang Fasa Dalam Konduit Tegak (Multiphase Flow in Vertical Conduits - MPVC), Aturcara Sekaitan Aliran Berbilang Fasa (Multiphase Flow Correlations Program - MPCP), dan Aturcara Analisis Sistem Nodal (System Nodal Analysis Program - SNAP).

PENYELAKU MPVC

Aturcara ini boleh digunakan untuk menghasilkan data-data tekanan sepanjang rentetan tetiub pengeluaran untuk telaga yang menghasilkan minyak melalui tenaga pacuan semula jadi dan telaga yang menggunakan angkat buatan. Walau bagaimanapun, masalah utama yang dihadapi oleh pengguna MPVC ialah sekaitan yang boleh digunakan dalam sebarang kajian pengeluaran hanya terhad kepada sekaitan Hagedorn dan Brown⁽²⁾ sahaja. Kelebihan MPVC pula ialah MPVC memberi peluang kepada penggunaanya untuk memasukkan data PVT jika perlu. Jika pengguna tidak mempunyai atau tidak berhajat memasukkan sebarang data PVT, maka beliau boleh mengarahkan MPVC menggunakan pembolehubah semesta seperti graviti gas, nisbah gas-minyak dan graviti gas bagi membentuk data PVTnya sendiri melalui penggunaan sekaitan PVT Standing.⁽⁷⁾

PENYELAKU MPCP

Penyelaku ini juga boleh digunakan untuk menghitung data tekanan sepanjang rentetan tetiub pengeluaran bagi telaga yang menghasilkan minyak melalui tenaga pacuan semula jadi dan telaga yang menggunakan angkat buatan. Dalam MPCP, lima jenis sekaitan digunakan iaitu Orkiszewski,⁽¹⁾ Hagedorn dan Brown,⁽²⁾ Beggs dan Brill,⁽³⁾ Gray⁽⁴⁾ dan Duns dan Ros.⁽⁵⁾ Pengguna MPCP mempunyai pilihan sama ada hendak menggunakan satu sahaja sekaitan di atas ataupun menggunakan kesemuanya sekali. Sifat-sifat ini adalah suatu kelebihan MPCP jika dibandingkan dengan MPVC.

Kelemahan utama MPCP berbanding MPVC ialah MPCP tidak membenarkan pengguna memasukkan sebarang data PVT. Sebaliknya MPCP akan menggunakan data PVTnya sendiri. Sekaitan Standing⁽⁷⁾ yang dibangunkan dengan menggunakan data minyak mentah California digunakan untuk meramalkan sifat-sifat PVT dalam penyelaku di atas.

PENYELAKU SNAP

Penyelaku dalaman SNAP digunakan dengan meluas berbanding MPVC dan MPCP. SNAP seringkali digunakan untuk memilih saiz rentetan tetiub yang bersesuaian dengan kebolehtantaran reserbor, menentukan prestasi aliran dalam reserbor, mengira tekanan aliran dasar lubang, mereka bentuk sistem angkat gas, menilai semula reka bentuk sistem angkat gas yang sedia ada dan lain-lain lagi. SNAP menggunakan pendekatan nodal untuk

menghasilkan suatu model sistem pengeluaran. Konsep nodal ini melibatkan campuran kesusutan tekanan yang berlaku dalam setiap komponen pada model sistem pengeluaran tersebut. Analisis yang dilakukan terhadap model ini pada lazimnya bermula dari sempadan luar reserbor dan berlanjutan sehingga ke permukaan telaga, melalui penebukan atau satu lubang terbuka. Analisis boleh juga dimulakan melalui lubang terbuka, melalui rentetan tetiub hingga ke permukaan, ataupun melalui pencekik permukaan dan juga talian aliran sebelum memasuki pemisah.

SNAP mempunyai ciri-ciri yang sama seperti MPCP. SNAP tidak membenarkan pengguna memasukkan sebarang data PVT. Sebaliknya SNAP menggunakan sekaitan Standing untuk meramal sifat-sifat PVT. Kelemahan ketara SNAP ialah SNAP hanya boleh mengira tekanan pada satu titik sahaja sama ada di kepala telaga ataupun pada kedalaman yang dikehendaki. Sehubungan itu, untuk menghasilkan data-data tekanan sepanjang rentetan tetiub, maka SNAP memerlukan beberapa larian. Untuk setiap larian, pada lazimnya kedalaman yang dikehendaki perlu dimasukkan bersama dengan suhu aliran dan sudut kecondongan pada titik berkenaan.

Kelebihan SNAP berbanding MPCP dan MPVC ialah SNAP boleh menghasilkan satu set data untuk membina lengkung aliran dalaman dan lengkung prestasi tetiub. Titik persilangan di antara kedua-dua lengkung tersebut akan menghasilkan suatu kadar aliran maksimum sistem berkenaan bagi keadaan yang diberi.

KEPUTUSAN PENGUJIAN KE ATAS KETIGA-TIGA PENYELAKU

Berdasarkan perbincangan yang ringkas di atas, SNAP digunakan dengan lebih meluas berbanding MPCP dan MPVC kerana SNAP boleh digunakan untuk mereka bentuk atau memilih suatu sistem pengeluaran dengan lebih berkesan terutamanya dari segi masa kajian yang digunakan. Sehubungan itu, MPCP dan MPVC telah digunakan bagi menguji keupayaan dan ketepatan SNAP dengan menggunakan data-data pengeluaran yang diperolehi daripada sebuah lapangan minyak yang dikenal sebagai UTM yang terletak di Laut Utara.

Semasa pengujian dilakukan, data-data masukan dan jenis sekaitan yang digunakan perlulah tekal supaya perbandingan dapat dilaksanakan dengan baik. Dalam hal ini, sekaitan Hagedorn dan Brown⁽²⁾ digunakan untuk meramalkan data-data tekanan sepanjang rentetan tetiub kerana para-jurutera syarikat minyak tersebut telah membuktikan bahawa sekaitan ini sesuai digunakan untuk telaga-telaga minyak (yang terletak di lapangan minyak X). Telaga-telaga ini mengalami pengeluaran air yang rendah. Penulis amat bernasib baik kerana sekaitan Hagedorn dan Brown⁽²⁾ terdapat juga dalam MPCP dan SNAP. Memandangkan MPCP dan SNAP tidak membenarkan pengguna memasukkan sebarang data PVT, maka sekaitan PVT terbinadalam telah digunakan untuk ketiga-tiga aturcara tersebut bagi meramalkan sifat-sifat PVT.

Penulis tidak mempunyai masalah untuk mendapatkan data-data tekanan sepanjang rentetan tetiub dalam satu larian bagi suatu keadaan yang diberi apabila beliau menggunakan MPCP dan MPVC. Sebaliknya, apabila menggunakan SNAP, beliau perlu membuat beberapa larian untuk mendapatkan data-data tekanan sepanjang rentetan tetiub bagi suatu keadaan yang diberi. Ketiga-tiga set data tekanan itu kemudiannya diplotkan atas kertas graf yang sama dengan menggunakan skil yang sama, untuk dibandingkan dengan data-data tekanan aliran yang sebenar.

Analisis menunjukkan bahawa tekanan aliran dasar lubang yang diramal oleh MPCP adalah menyamai hasil tekanan yang dikira oleh MPVC. Tetapi tekanan aliran dasar lubang yang diramal oleh SNAP didapati sentiasa berkurangan sebanyak lebih-kurang lima belas peratus. Contoh analisis ini boleh dilihat pada Rajah 1. Kesan-kesan ketidaktepatan ramalan ini boleh dilihat pada Rajah 2 yang menunjukkan kadar aliran yang diramal oleh SNAP adalah 2500 tong/hari lebih tinggi daripada kadar alir sebenar. Berasaskan keterangan yang ringkas ini, secara am ralat yang terbentuk semasa meramal tekanan aliran dasar telaga boleh menjejaskan ketepatan reka bentuk sistem kemudahan.

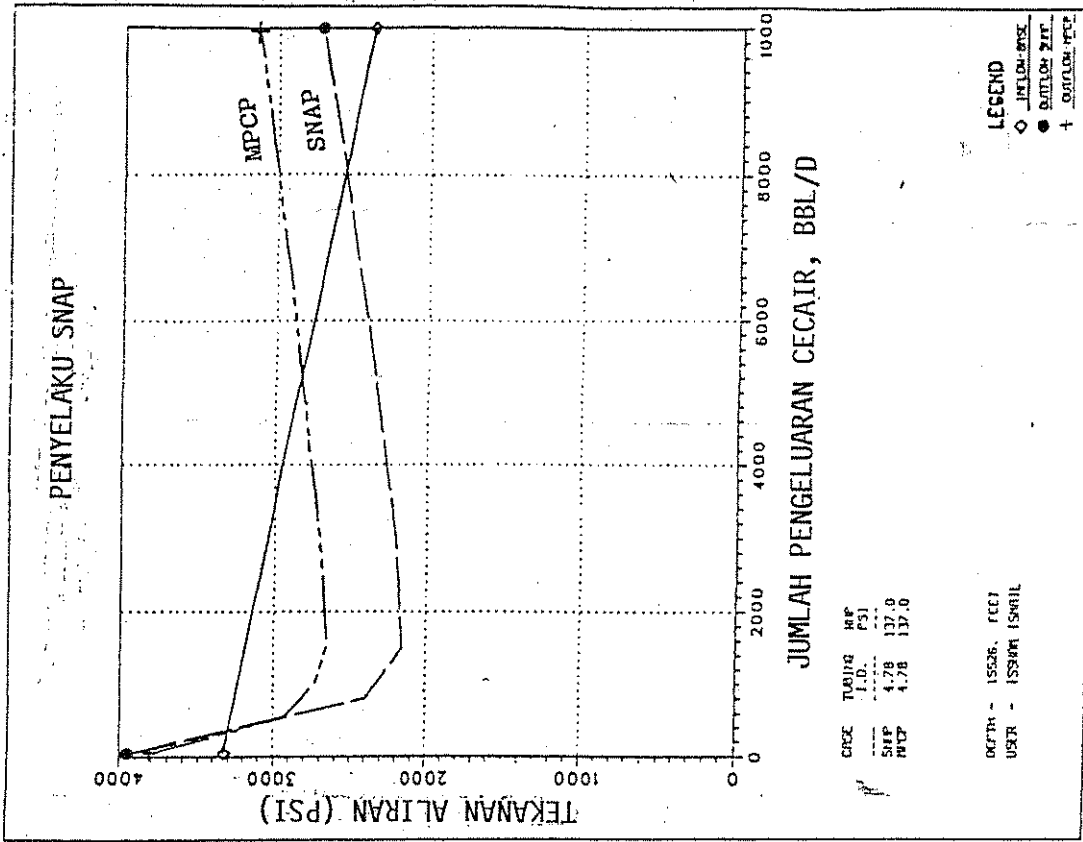
Analisis di atas menunjukkan ralat yang dihasilkan oleh SNAP mungkin disebabkan oleh kaedah yang digunakan semasa membina aturcara, kerana penulis sentiasa tekal dengan data masukan dan sekaitan aliran berbilang fasa yang digunakan dalam kajian ini.

KESIMPULAN

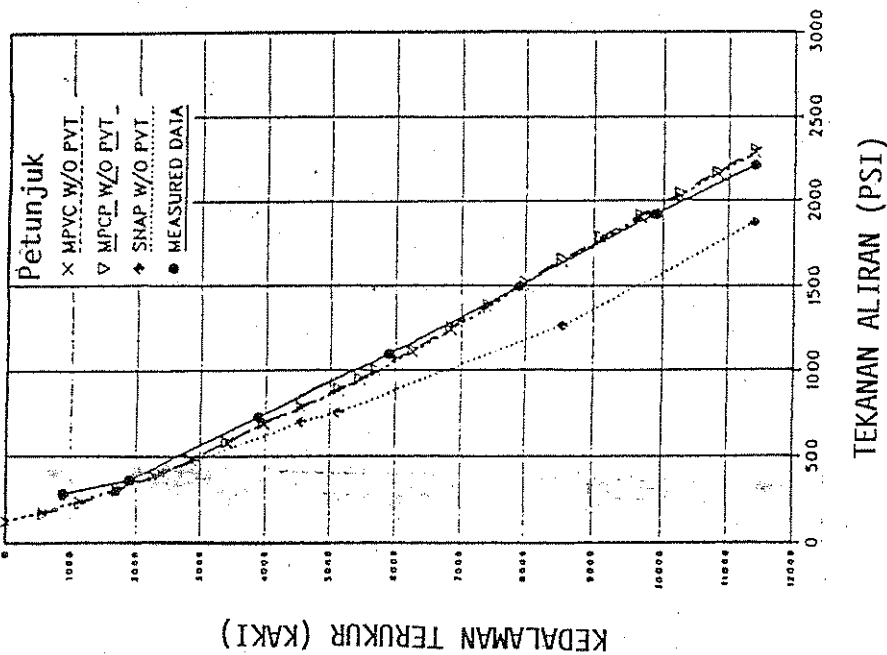
1. Penyelaku aliran berbilang fasa diperlukan dalam industri petroleum untuk mereka bentuk sistem kemudahan pengeluaran yang optimum.
2. Ralat yang dihasilkan oleh penyelaku aliran berbilang fasa boleh menjejaskan ketepatan reka bentuk dan susunan suatu sistem kemudahan pengeluaran petroleum.

RUJUKAN

1. Orkiszewski, J. : "Predicting Two-Phase Pressure Drops in Vertical Pipe," *Journal of Petroleum Technology (JPT)*, (Jun, 1967) 829-838.
2. Hagedorn A.R. dan Brown, K.E. : "Experimental Study of Pressure Gradients Occuring During Continuous Two-Phase Flow in Small Diameter Vertical Conduits," *JPT* (April, 1965) 475-484.
3. Beggs, H.D. dan Brill, H.P. : "A Study of Two-Phase Flow in Inclined Pipes," *JPT* (Mei, 1973) 607-617.
4. Gray, W.G. : "A Derivation of The Equations for Multiphase Transport," *Chem. Eng. Sci.* Vol. 30, No. 2 (Februari, 1975) 229-233.
5. Duns, H. dan Ros, N.G.J. : "Vertical Flow of Gas and Liquid Mixtures in Wells," 6th World Petroleum Congress, Frankfurt, Germany (1963) 451-465.
6. Aziz, K., Govier, G.W. dan Fogarasi, M. : "Pressure Drop in Wells Producing Oil and Gas," *Journal of Canadian Petroleum Technology* (Julai-Sept., 1972) 38-47.
7. Standing, M.B. : "Volumetric and Phase Behaviour of Oilfield Hydrocarbons," Reinhold Publishing (1952).



RAJAH 2
 Kadaralir yang diramal
 oleh MPCP dan MPVC untuk telaga minyak X-1



RAJAH 1
 Perbandingan antara MPCP/MPVC/SNAP
 untuk telaga minyak X-1