

**ASAS**  
**PELENGKAPAN**  
**TELAGA**

**Issham Ismail**

**Penerbit**  
**Universiti Teknologi Malaysia**  
**Sekudai**  
**Johor Darul Takzim**  
**1998**

---

---

## Kandungan

<i>Prakata</i>		ix
1	<b>Pengenalan</b>	1
	Takrifan	2
	Keperluan pelengkapan telaga	3
	Hubungan dengan operasi lain	3
2	<b>TEORI ASAS</b>	7
	Jenis pelengkapan telaga	7
	Pelengkapan lubang terbuka	8
	Pelengkapan pelapik	9
	Pelengkapan selongsong tertebuk	13
	Pelengkapan tanpa tetiub	15
	Faktor yang mempengaruhi pemilihan jenis pelengkapan telaga	16
	Keadaan persekitaran semula jadi	17
	Keupayaan pengeluaran minyak dan perancangan perolehan tertingkat	22
	Batasan-batasan yang terdapat pada operasi dan persekitaran	26
	Faktor penentu pemilihan selang penebukan	32
3	<b>SISTEM ALIRAN BENDALIR TELAGA KE PERMUKAAN</b>	35
	Jenis sistem aliran bendalir telaga	36
	Aliran selongsong	36

	Aliran selongsong dan tetiub	37
	Aliran tetiub	38
<b>4</b>	<b>PERKAKAS ASAS DAN KHUSUS</b>	<b>47</b>
	Perkakas subpermukaan	47
	Sub pin berkembar	50
	Tetiub pengeluaran	51
	Sendi pup	54
	Gandingan aliran	55
	Puting mendarat injap keselamatan	57
	Injap keselamatan subpermukaan kawalan permukaan	60
	Mandrel angkat gas berpoket sisi	74
	Puting mendarat	75
	Sarung gelangsar	89
	Penyendat pengeluaran	91
	Sendi bagas	97
	Pemusat tetiub berbilang tegar	99
	Pasangan hadapan tetiub	101
	Kasut pandu tetiub	105
	Perkakas permukaan	106
	Kepala selongsong	108
	Kepala tetiub	108
	Pokok krismas	109
<b>5</b>	<b>PENGENDALIAN OPERASI</b>	<b>113</b>
	<b>PELENGKAPAN</b>	
	Bekalan perkakas permukaan dan perkakas subpermukaan telaga	113
	Pemeriksaan perkakas subpermukaan	115
	Pemeriksaan perkakas subpermukaan khas	115
	Pemeriksaan tetiub pengeluaran	116
	Penyorongan rentetan tetiub pengeluaran	118
	Aspek keselamatan	120
	Bendalir pelengkapan	121
	Bendalir penyendat	123

*Kandungan*

vii

<i>Lampiran 1</i>	127
<i>Lampiran 2</i>	128
<i>Lampiran 3</i>	129
<i>Lampiran 4</i>	130
<i>Lampiran 5</i>	131
<i>Indeks</i>	135

# 1

---

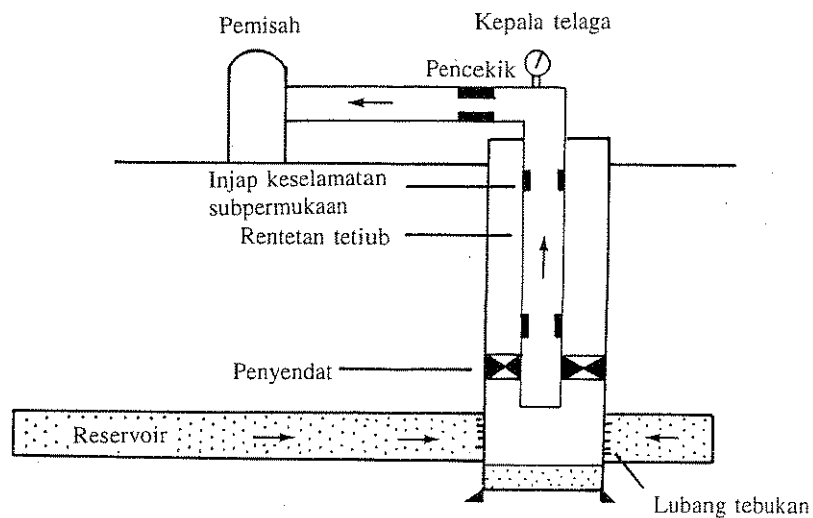
## Pengenalan

Minyak dan gas (kedua-dua bendalir ini dikenal juga sebagai hidrokarbon) merupakan antara sumber tenaga yang penting dalam kehidupan seharian. Permintaan terhadap kedua-dua sumber tersebut kian bertambah dari sehari ke sehari telah menggiatkan lagi usaha penerokaan dan pengeluaran sumber hidrokarbon dari sesebuah reservoir.

Pengeluaran minyak boleh dirancang apabila sesebuah medan telah dikenal pasti mengandungi simpanan hidrokarbon dalam jumlah yang komersil. Sebelum pengeluaran minyak dan gas dapat dilakukan, sebuah telaga pengeluaran perlu digerudi. Ini boleh dilakukan menerusi sebuah pelantar pengeluaran yang akan didirikan pada suatu kedudukan sesuai yang telah ditetapkan. Dari pelantar ini, bilangan telaga pengeluaran yang mungkin dibangunkan boleh mencapai angka sehingga 48 buah. Setiap buah telaga itu perlu *dilengkapkan* terlebih dahulu sebelum ia boleh memulakan pengeluaran minyak.

Apabila sesebuah telaga telah dilengkapi dengan perkakas subpermukaan, seterusnya pekakas yang terdiri daripada suatu siri injap manual dan automatik, yang lebih dikenal sebagai *pokok krismas* akan dipasang pada kepala tetiub yang terdapat pada kepala telaga bagi mengawal tekanan telaga dan pengeluaran minyak dan gas. Apabila pokok krismas telah dipasang, selongsong pengeluaran yang terletak setentang dengan zon-zon pengeluaran akan ditebuk bagi membolehkan hidrokarbon di dalam batuan formasi yang berada di sekitar lubang telaga mengalir masuk ke dalam lubang telaga tersebut dan seterusnya naik ke permukaan.<sup>(1), (2)</sup>

Rajah 1.1 menunjukkan sebuah telaga minyak yang telah dilengkapi. Bendalir telaga mengalir masuk ke dalam rentetan tetiub pengeluaran melalui lubang telaga terlebih dahulu sebelum tiba di permukaan. Di permukaan, bendalir tersebut akan mengalir melalui suatu rangkaian injap keselamatan, pencekik dan juga talian paip sebelum memasuki peralatan-peralatan pemprosesan tertentu.



Rajah 1.1 Sistem pengeluaran petroleum.

## TAKRIFAN

*Pelengkapan telaga* ditakrifkan sebagai suatu peringkat aktiviti yang melibatkan penggunaan rangkaian kaedah tertentu bagi menyediakan sesebuah telaga untuk pengeluaran minyak atau gas atau kedua-duanya sekali. Tujuan sesebuah telaga dilengkapi adalah untuk menyediakan suatu laluan antara reservoir dan permukaan supaya pengeluaran sumber hidrokarbon sentiasa dapat dilakukan dalam keadaan terkawal dan selamat. Telaga yang dibangun untuk kerja-kerja penyuntikan bendalir suntikan seperti air dan gas ke dalam reservoir perlu juga dilengkapi.<sup>(3)</sup>

## KEPERLUAN PELENGKAPAN TELAGA

Kesedaran tentang perlunya pelengkapan telaga telah bermula sejak tahun 1920-an yang menunjukkan penggunaan tetiub boleh memanjangkan hayat pengeluaran sesebuah telaga. Bermula pada tahun 1930, penggunaan tetiub di dalam sesebuah telaga sebagai konduit telah menjadi satu amalan biasa, dan keberkesanannya telah dipertingkatkan lagi dengan bantuan penebuk peluru untuk melakukan kerja-kerja penebukan pada zon yang komersil.<sup>(4), (5)</sup>

Perkembangan teknologi terkini menyaksikan telaga-telaga pengeluaran dan suntikan telah dilengkapi dengan berbagai-bagai jenis perkakas canggih yang bukan sahaja boleh memanjangkan hayat pengeluaran telaga, bahkan juga berupaya menutup telaga dengan serta-merta apabila berlakunya sebarang kejadian yang tidak diinginkan seperti kebakaran, sembur keluar dan lain-lain lagi. Kejadian buruk ini jika gagal dikawal dengan pantas dan baik, boleh menyebabkan berlakunya kehilangan nyawa, kerosakan/kemusnahan harta benda dan sumber hidrokarbon, serta pencemaran alam sekitar. Selain daripada itu, penyendat pengeluaran yang dipasang di dalam telaga boleh menghalang bendalir telaga dari keluar ke permukaan melalui anulus dan seterusnya dapat melindungi selongsong pengeluaran daripada serangan bahan kimia dan gas asid yang terdapat dalam bendalir telaga tersebut. Fenomena ini dapat memanjangkan hayat selongsong pengeluaran tersebut.

## HUBUNGAN DENGAN OPERASI LAIN

Pelengkapan telaga merupakan salah satu bidang yang penting dalam kejuruteraan petroleum. Bidang ini tidak dapat beroperasi dengan sendiri kerana ia merupakan satu komponen bersepadu dalam proses penyediaan telaga untuk pengeluaran. Sebagai contoh, jika telaga hendak dilengkapi sebagai pelengkapan duaan dengan menggunakan dua rentetan tetiub bersaiz  $3\frac{1}{2}$  inci (88.9 mm), maka lubang pengeluaran yang bersaiz  $12\frac{1}{4}$  inci (311.2 mm) perlu digerudi dan seterusnya dipasang dengan selongsong pengeluaran bersaiz  $9\frac{5}{8}$  inci (244.5 mm) bagi membolehkan operasi pelengkapan telaga dilakukan dengan lancar. Kecondongan lubang telaga juga turut mempengaruhi

pemilihan perkakas subpermukaan dan operasi pelengkapan telaga. Selain daripada itu, jika kecondongan telaga terlalu tinggi, misalnya  $70^\circ$ , maka penyendat pengeluaran jenis kekal mungkin tidak sesuai untuk dipasang dengan menggunakan talian elektrik. Situasi ini menunjukkan bahawa satu interaksi atau kerjasama yang baik perlu wujud antara *kejuruteraan penggerudian* dan *pelengkapan telaga*.

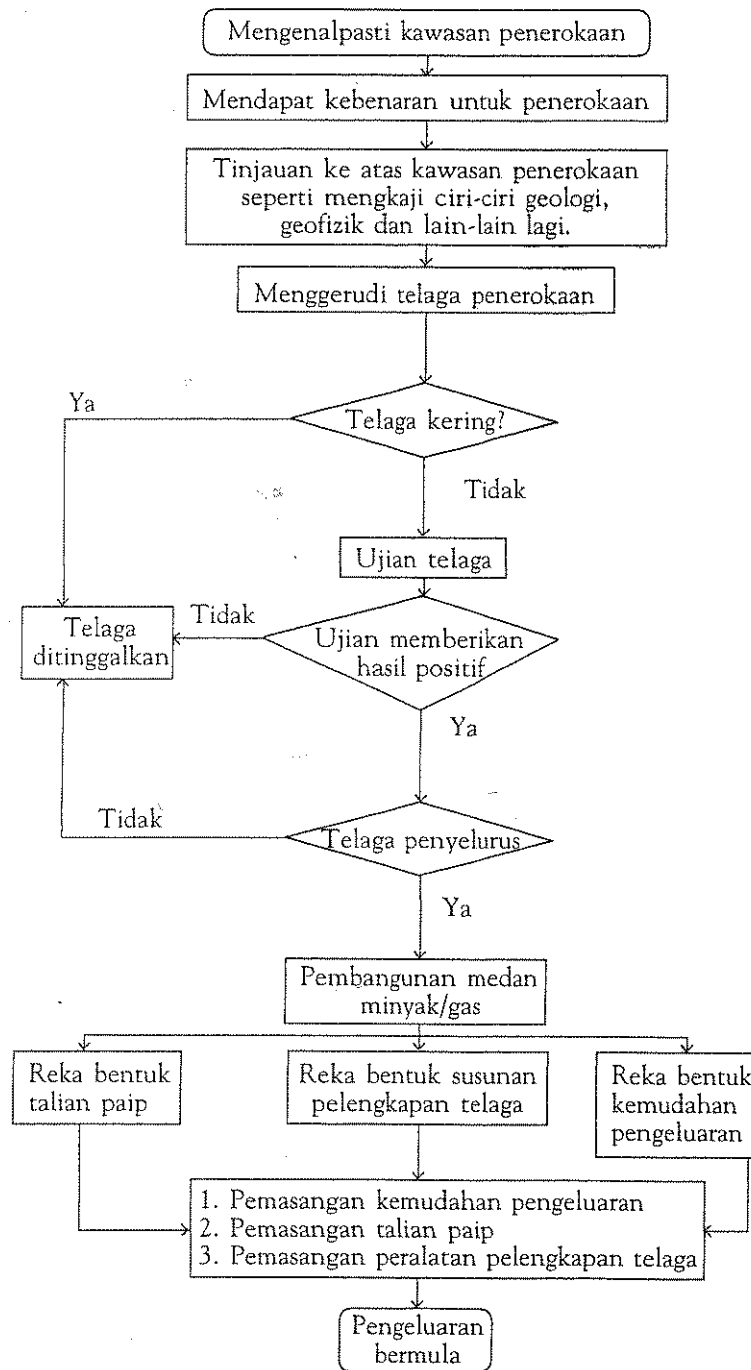
Untuk memilih selang penebukan yang sesuai, maklumat yang tepat perlu dibekalkan oleh *jurutera reservoir*. Selain daripada mengambil kira jenis mekanisme pacuan yang wujud di dalam reservoir, sifat-sifat batuan perlu juga dipertimbangkan. Ini adalah untuk mengelak masalah pengeluaran air formasi secara berlebihan ketika awal hayat pengeluaran dan lain-lain lagi.

Pelengkapan telaga juga berkait-rapat dengan bidang *kejuruteraan pengeluaran*. Sekiranya program pelengkapan telaga baik, pengeluaran minyak dan gas dapat dilakukan dengan lancar. Fenomena ini sudah tentu dapat mengurangkan kos operasi dan seterusnya meningkatkan keuntungan syarikat pengendali. Sebagai contoh, jurutera pengeluaran perlu memilih saiz tetiub yang sesuai dipasang di dalam telaga selaras dengan kadar pengeluaran supaya kemudahan permukaan dapat menampung atau memproses minyak yang keluar tanpa masalah dan kadar pengeluaran minyak yang dipilih pula tidak akan menyebabkan berlakunya kekonan air atau gas, masalah pengeluaran pasir (jika formasi tak kukuh) dan lain-lain lagi. Selain daripada itu, bentuk pelengkapan yang dirancang mesti mengambil kira kemungkinan-kemungkinan yang bakal berlaku, seperti telaga mungkin memerlukan angkat buatan dan sebagainya.

Semua pertimbangan ini tidak boleh dilakukan dari segi aspek teknikal sahaja. Sebaliknya ia perlu juga mengambil kira aspek ekonomi. Kos asal perkakas atau peralatan, kos operasi dan kos penyelenggaraan hendaklah minimum, lebih-lebih lagi dengan harga minyak mentah dan gas asli yang relatif rendah. Fenomena ini diburukkan lagi dengan peningkatan kos buruh. Perancangan keseluruhan yang rapi dapat meningkatkan margin keuntungan syarikat, tanpa mengorbankan aspek keselamatan.

Pelengkapan telaga merupakan suatu rangkaian operasi yang rumit dan berisiko tinggi. Fenomena ini dapat dilihat dalam Rajah 1.2 yang mempamerkan suatu gambaran kasar bagi kegiatan-





Rajah 1.2 Carta alir pengeluaran sumber hidrokarbon.

kegiatan penerokaan dan pengeluaran hidrokarbon. Rajah 1.2 menunjukkan bahawa pelengkapan telaga bukan sahaja menjadi suatu penghubung antara aktiviti penggerudian dan aktiviti pengeluaran, tetapi ia juga turut mempengaruhi prestasi pengeluaran sesebuah telaga.<sup>(6),(7)</sup> Pelengkapan telaga yang tidak dirancang dengan rapi akan mensia-siakan semua usaha sebelumnya. Dengan itu, jurutera yang terlibat dalam memilih pelengkapan yang sesuai untuk sesebuah telaga perlulah mempunyai pengetahuan yang baik dan pengalaman yang luas dalam bidang pelengkapan telaga, perkakas subpermukaan dan permukaan terkini dan bidang-bidang yang lain supaya dapat menghasilkan suatu pelengkapan telaga yang optimum.

### Rujukan

1. Buzarde Jr., L.E., Kastor, R.L., Bell, W.T. dan DePriester, C.L., 1972. *Production Operations Course 1 - Well Completions*. Dallas: American Petroleum Institute.
2. Rabia, H., 1985. *Oilwell Drilling Engineering: Principles and Practice*. London: Graham and Trotman.
3. Gatlin, C., 1960. *Petroleum Engineering: Drilling and Well Completions*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
4. Baker, R., 1979. *A Primer of Oilwell Drilling*. Edisi ke-4. Austin, Texas: Petroleum Extension Service, The University of Texas at Austin.
5. Bruce, R.W., 1979. *A Primer of Oilwell Service and Workover*. Edisi ke-4. Austin, Texas: Petroleum Extension Service, The University of Texas at Austin.
6. Dake, L.P., 1978. *Fundamentals of Reservoir Engineering*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
7. Thomas, O.A. dan Allen, P.R., 1979. *Production Operations: Well Completions, Workover and Stimulation*. Jilid 1. Tulsa, Oklahoma: Oil & Gas Consultants International Inc.