



## Penggunaan Terapi Oksigen Hiperbarik di Bidang Ilmu Bedah Plastik

**Hisnindarsyah, David S. Perdanakusuma**

SMF/Lab. Ilmu Bedah Plastik RSUD Dr. Soetomo/ Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya

### Abstract

*Using of hyperbaric oxygen therapy in plastic surgery has been reported both in the animal research and from the patients who suffered from burn injury, crush injury, hand trauma, microsurgery cases, delayed wound healing, skin graft and flap reconstruction.*

*Indication, contraindication and complication remain controversial, even in plastic surgery field. For this reason it need, some theoretical background to support using hyperbaric oxygen therapy.*

**Keywords:** Hyperbaric, oxygen therapy, plastic surgery.

### Pendahuluan

Terapi Oksigen Hiperbarik (TOH) adalah suatu terapi medik yang dilaksanakan di dalam ruangan tertutup dengan cara meningkatkan tekanan atmosfer berkisar antara 2-3 ATA (atm absolut) dan bernafas memakai oksigen murni 100% atau udara campuran.<sup>(1)</sup> Secara teknis TOH memerlukan suatu perangkat keras berupa ruangan tertutup (Chamber) yang mampu memberikan tekanan lebih besar dari 1 ATA (ruangan rekompresi) beserta sistem oksigenasi dan sistem pengeluarannya di dalam ruangan rekompresi tersebut.<sup>(2)</sup> Instalasi ini disebut Ruang Udara bertekanan Tinggi (RUBT).<sup>(3)</sup>

RUBT yang dipergunakan untuk TOH terdiri dari 2 jenis yaitu<sup>(4,5)</sup>:

#### 1. Monoplace Chamber

Suatu ruangan rekompresi tunggal yang di dalamnya diberi tekanan lebih dari 1 ATA dengan oksigenasi 100%. Monoplace Chamber ini hanya untuk 1 orang namun bersifat mobile dan praktis.

#### 2. Multiplace Chamber

Suatu ruangan rekompresi yang lebih besar dan luas, diberi tekanan lebih dari 1 ATA dengan oksigenasi 100% melalui masker oksigen dan atau *endotracheal tube*. Multiplace Chamber ini dapat digunakan maksimal untuk 8 orang namun bersifat statis (tidak dapat dipindahkan dan memerlukan area yang luas).

Sedangkan tekanan partial oksigen yang dipergunakan pada TOH berkisar antara 1,9 ATA sampai dengan 2,8 ATA.<sup>(1,4)</sup>

Penggunaan TOH dibidang ilmu bedah plastik telah banyak dilaporkan berdasarkan penelitian terhadap hewan percobaan maupun pada penderita yang

mengalami kasus luka bakar, trauma pada jaringan lunak, bedah tangan, bedah mikro dan *limb replantation*, penatalaksanaan luka, rekonstruksi flap, deformitas kongenital dan bedah kosmetik.<sup>(1,5)</sup> Namun indikasi, kontraindikasi serta komplikasi yang timbul dari penggunaan TOH masih sering menimbulkan kontroversi diantara para ilmuwan termasuk diantara ahli bedah plastik.<sup>(4,6)</sup> Faktor utamanya antara lain keterbatasan pengetahuan maupun penyebaran informasi tentang TOH. Aplikasi TOH dalam bedah plastik belum meluas seperti sebagaimana seharusnya.<sup>(6)</sup>

Oleh karena itu perlu suatu pengetahuan teoritik tentang berbagai hal yang berkaitan dengan TOH beserta aplikasinya secara tepat untuk menentukan derajat selektivitas penggunaan TOH sebagai suatu alternatif terapi tambahan di bidang bedah plastik.<sup>(6)</sup>

### Perkembangan Penggunaan TOH

Terapi dengan menggunakan tekanan tinggi dipergunakan pertama kali oleh Henshaw, seorang dokter dari Inggris pada tahun 1662, untuk mengobati gangguan pernafasan, memperbaiki sistem pernafasan, melonggarkan jalan nafas, mengurangi dahak dan memperbaiki fungsi paru.<sup>(2,4)</sup>

Sedangkan Priestley (1775) mempergunakan oksigen murni sebagai tambahan pada terapi tekanan tinggi tersebut. Namun Lavoisier dan Seguin (1789) menemukan efek toksisitas dari oksigen murni tersebut. Akhirnya Bert (1878) merekomendasikan keadaan normobarik-hiperoksi sebagai terapi kasus *decompression sickness*.<sup>(2,6)</sup>

Tindakan pembedahan dalam kondisi hiperbarik dilakukan pertama kali oleh Boerema (Bapak ilmu



kedokteran hiperbarik modern) tahun 1956 melalui bedah jantung pertama di dalam RUBT. Tahun 1961, Boerema menggunakan TOH sebagai terapi Gas Gangren.<sup>(2,6)</sup>

Di bidang ilmu bedah plastik, TOH telah dipergunakan sebagai salah satu terapi alternatif yang dipertimbangkan untuk meningkatkan kesembuhan pasien di Eropa dan Amerika sejak 40 tahun yang lalu.<sup>(1,2)</sup> Kernahan DA, Zingg W, Kay CW (1965) telah melaporkan tentang terapi oksigen hiperbarik untuk mempertahankan skin flaps.<sup>(4)</sup> McFarlane RM, Wermuth (1966) meneliti tentang penggunaan terapi oksigen hiperbarik untuk mencegah nekrosis pada *pedicle flaps* dan *composite skin grafts*.<sup>(4)</sup> Manson PN (1980) melaporkan adanya perbaikan jaringan pasca terapi oksigen hiperbarik pada *skin flaps*.<sup>(4)</sup> Nemiroff PM (1988) menginformasikan tentang efek sinergis TOH dan pentoxifilline pada *skin flaps*.<sup>(4)</sup> Hunt TK, Pai MP (1972) meneliti tentang *tension* oksigen pada metabolisme luka dan sintesa kolagen.<sup>(4)</sup> LaVan FB, Hunt TK (1990) telah melaporkan tentang terapi oksigen dan penyembuhan luka, pada *Jurnal Bedah Plastik*.<sup>(1)</sup> Zamboni WA (1989) meneliti tentang efek akut terapi oksigen hiperbarik mempertahankan *skin flap axial* selama dan sesudah iskemik total.<sup>(6)</sup> Zamboni WA (1994) juga melaporkan tentang analisa morfologi mikrosirkulasi selama reperfusi iskemik otot skeletal dan efek terapi hiperbarik.<sup>(6)</sup>

## Prinsip dasar TOH

### 1. Dasar Fisiologi

Oksigen dalam darah diangkut dalam bentuk terlarut di cairan plasma dan berbentuk ikatan hemoglobin.<sup>(1,3)</sup>

Sebagian besar (97%) membentuk ikatan dengan hemoglobin menjadi HbO<sub>2</sub> (*Oxyhemoglobine*) dan sisanya (3%) dalam bentuk terlarut.<sup>(1,2,3)</sup>

Peranan oksigen bentuk terlarut dalam TOH sangatlah penting. Hal ini dikarenakan sifat dari oksigen terlarut yang lebih mudah dikonsumsi oleh jaringan melalui proses difusi langsung dibandingkan oksigen yang terikat oleh sistem Hb.<sup>(1,5)</sup>

TOH dapat meningkatkan jumlah oksigen terlarut sehingga mencapai keadaan dimana kebutuhan oksigen dapat dipenuhi dari oksigen terlarut tanpa menggunakan oksigen yang berasal dari *oxyhemoglobin*.<sup>(2,3)</sup>

### 2. Dasar pemikiran umum TOH.<sup>(1,3,7)</sup>

a. Pemakaian tekanan akan memperkecil volume gelembung gas dan mempercepat resolusi gelembung gas. Hal ini sesuai dengan hukum fisika dasar antara lain: hukum Boyle, hukum Dalton, hukum Henry dan hukum Charles. Pada tekanan oksigen maksimum sebesar 3 ATA maka PO<sub>2</sub> arterial mencapai 2000 mmHg, maka oksigen larut secara fisik dalam plasma sebesar 6.4 vol % cukup untuk memberikan kehidupan pada jaringan meskipun tanpa hemoglobin (*Life*

*without Blood*).

- b. Daerah-daerah iskemik dan hipoksik pada pemberian TOH akan mendapatkan oksigen secara maksimal. Hal ini terjadi karena TOH akan meningkatkan pengangkutan oksigen yang terikat pada hemoglobin sehingga memungkinkan penyerapan langsung karena hiperoksigenasi plasma.
- c. Di daerah iskemik, TOH merangsang neovaskularisasi (pembentukan pembuluh darah atau kapiler baru).
- d. Pertumbuhan kuman-kuman baik gram positif maupun negatif mengalami penekanan dengan pemberian TOH. Pemakaian TOH adalah untuk mencapai tekanan partial oksigen dalam jaringan yang dapat merusak jasad renik tanpa memberikan efek negatif pada Host.
- e. TOH mendorong pembentukan fibroblas dan meningkatkan efek fagositosis (bakterisidal) dari lekosit. Fibroblas dipergunakan untuk pembentukan jaringan kolagen yang diperlukan untuk penyembuhan luka.

Dasar pemikiran umum tersebut telah dipergunakan sebagai dasar ilmiah aplikasi TOH pada berbagai kelainan di bidang ilmu bedah plastik seperti penatalaksanaan problem penyembuhan luka, penatalaksanaan luka bakar, bedah mikro, bedah tangan, replantasi, penanganan trauma jaringan lunak, bedah kosmetik dan lain-lain.

## Indikasi TOH

Pada awalnya TOH merupakan terapi utama untuk penyakit dekompresi dan emboli udara di bidang kedokteran penyelaman.<sup>(2,5)</sup> Namun dalam perkembangannya TOH diaplikasikan untuk terapi berbagai penyakit termasuk di bidang ilmu bedah plastik.<sup>(6)</sup> Hal ini disertai pertimbangan adanya dasar teori yang rasional untuk menambahkan TOH khususnya pada penyakit atau keadaan hipoksia.<sup>(1,2)</sup>

Secara umum penggolongan TOH dibagi menjadi:<sup>(2,3,5)</sup>

1. Berdasarkan peranan TOH
  - a. Sebagai terapi utama.
  - b. Sebagai terapi *adjuvant*.
  - c. Untuk penelitian.
2. Berdasarkan kondisi penderita
  - a. *Emergency indications (acute)*.
  - b. *Non emergency indications (Chronic)*.

Karena perkembangan pemakaian TOH yang sedemikian pesat, maka indikasi TOH berbeda-beda di setiap negara.<sup>(2)</sup> Yang umum dipergunakan adalah indikasi TOH yang berasal dari *Undersea and Hyperbaric Medical Society* dan rangkumannya dibuat oleh Jain K.K (1989). Adapun Tindakan TOH dalam bidang Bedah Plastik sebagai berikut:



**1. Uses of HBO approved by Hyperbaric and Undersea Medical Society In Plastic Surgery**

(Thom SR ; *Hyperbaric Oxygen Therapy : a commite report, Betesda 1992*)

- Crush injury, the compartement syndrome and other acute traumatic ischemias
- Enhancement of healing in selected problem wound
- Compromised skin graft and flaps
- Thermal burn

**2. Indications HBO in China in Plastic Surgery**

*Hyperbaric Oxygen Medicine, published by Chinese Society if Hyperbaric Oxygen Medicine 1994)*

*As First Line Treatment*

- Non indications for plastic surgery

*As adjuvant therapy*

- Reimplantation of severe limbs
- Skin grafting
- Delayed wound healing
- Burns

**3. Japanese Society for Hyperbaric (1985) Summary indications for plastic surgery**

*Emergency indications :*

1. Acute peripheral vascular disorder
2. Severe burn injury and frostbite
3. Combined with large crush injury or massive vascular damage

*Non emergency Indications :*

1. Skin Graft

**4. Hyperbaric Oxygen Indidications in the USSR (1988) for plastic surgery**

*Indications for the use of HBO in plastic surgery*

1. Wound pathology
2. Clostridial infection
3. Wound abscess in spite of drainage
4. Prophylactic treatment of wound infected after open trauma
5. Granular wound
6. Wound with superfisial burn
7. Post surgery wound

**5. Summary of international indications for HBO therapy in Plastic Surgery<sup>10</sup>**

1. For nonhealing wound
2. As an aid to the survival of skin flaps with marginal circulation
3. As an aid to reimplatation surgery
4. As an adjunct to the treatment of burns
5. Traumatology: crush injuries, compartement syndrome, soft tissue sport injuries
6. Wound with superfisial burn
7. Post surgery wound

**Kontra indikasi TOH**

Kontra indikasi penggunaan TOH pada pasien terdiri dari :  
(2,3)

a. Kontra indikasi absolut

Yaitu keadaan pasien yang mutlak tidak dapat dilakukan TOH seperti pasien yang menderita pneumothorak yang belum mendapatkan terapi. Namun apabila pasien pneumothorak tersebut telah mendapatkan terapi berupa tindakan pembedahan sebelum dilakukan TOH, maka kontra indikasinya berubah menjadi kontra indikasi relatif

Di duga kehamilan juga merupakan kontra indikasi absolut TOH karena tekanan partial oksigen yang tinggi berhubungan dengan penutupan Patent Ductus Arteriosus. Namun penelitian yang kemudian dilakukan menunjukkan bahwa komplikasi tersebut tidak terjadi.

b. Kontra indikasi relatif

Yaitu suatu keadaan yang bukan merupakan kontra indikasi mutlak namun perlu perhatian khusus bila dilakukan TOH.

1. Infeksi saluran pernafasan atas
2. Sinusitis kronis
3. Konvulsi
4. Emfisema yang disertai retensi CO2
5. Panas tinggi yang tidak terkontrol sehingga potensi terjadi kejang
6. Riwayat pnemothorak spontan
7. Riwayat operasi dada dengan atau tanpa pemakaian pacemaker jantung
8. Riwayat operasi telinga
9. Kerusakan paru asimptomatik akibat penerangan atau pemotretan dengan sinar X
10. Infeksi virus
11. Sferosis kongenital
12. Riwayat neuritis optik
13. Kehamilan
14. Keganasan
15. Claustrophobia
16. Kondisi yang lemah atau debilitas

**6. Contraindications for HBO therapy<sup>(2)</sup>**

**Absoulute**

- Untreted tension pneumothorax

**Relative**

- Upper respiratory infections
- Emphysema with CO2 retention
- Asymptomatic pulmonary lesions seen on chest X-ray
- History of thoracic or ear surgery
- Uncontrolled high fever
- Pregnancy
- Claustrophobia

*Considered to be contra-indications but no supporting evidence*

- Seizure disorder
- Malignant disease

Pada kasus dengan tindakan pembedahan, pasien yang akan di terapi harus diperiksa dengan teliti dan seksama.<sup>(2)</sup> Riwayat operasi dada dan telinga harus ditelusuri. Pemeriksaan pada pasien ini meliputi :<sup>(2,4)</sup>

- a. Foto thorak
- b. Test faal paru
- c. Pemeriksaan membran telinga

**Komplikasi TOH**

Meskipun terjadinya komplikasi TOH dilaporkan dari beberapa penelitian relatif kecil jumlahnya, namun resiko terjadinya komplikasi tersebut tetap ada. Komplikasi TOH yang umumnya ditemukan antara lain :<sup>(2,3,4)</sup>

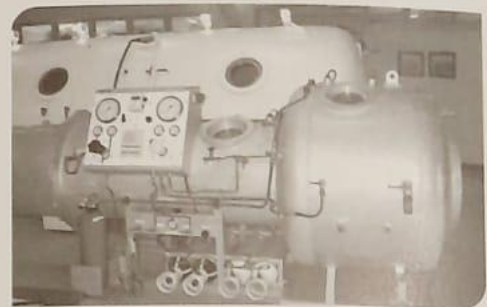
1. Middle ear barotrauma
2. Sinus pain
3. Myopia and cataract
4. Pulmonary barotrauma
5. Oxygen seizures
6. Decompression sickness
7. Genetic effects
8. Claustrophobia



Gambar 1. Multiplace Chamber\*



Gambar 2. Panel Instrumen Multiplace Chamber\*



Gambar 3. Monoplace Chamber\*



Gambar 4. Operasional Multiplace Chamber\*

\*Peralatan Lembaga Kesehatan Keangkatan Lautan (Lakesla) RSAL Dr. Ramelan Surabaya.

**Daftar pustaka**

1. Wattel, F, Marroni A, Oriani G. *Handbook on Hyperbaric Medicine*. Berlin : Springer Verlag; 1995. 1-12, p.443-52.
2. Jain, K.K. *Textbook of Hyperbaric Medicine*. Toronto: Hegrefe and huber Publisher; 1990. p.1125,95103
3. Lembaga Kesehatan Kelautan (Lakesla). *Ilmu Kesehatan Penyelaman dan Hiperbarik*. Surabaya: Lakesla; 1999. Hal. 356 8.
4. Edmonds C, Lowry CP. *Diving and Subaquatic Medicine*. London: Butterworth Heinemann; 1992. p.392-400.
5. Guntoro. *Dasar-dasar Pengobatan Hiperbarik*. Dalam kumpulan makalah Simposium Aplikasi Klinis terapi oksigen Hiperbarik. Surabaya: Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah-Lakesla-RSAL Dr. Ramelan; 1996. Hal 1-5.
6. Zamboni, WA. *Applications of Hyperbaric Oxygen Therapy in Plastic Surgery*. In *Handbook of Hyperbaric Medicine*. Berlin: Spinger Verlag; 1995. p.443-55
7. Oriani G, Michel M, Marroni A, Longgon C. *Physiology and Physiopathology of HBO*. In *Handbook of Hyperbaric Medicine*. Berlin: Spinger Verlag; 1995. p. 1-12.