

# **RECOVERY SUMBERDAYA ALAM PASKA EKSPLOITASI GUNA MENCEGAH EROSI (Teknologi Konservasi Tanah dan Air pada Tambang Migas)<sup>1</sup>**

**Kukuh Murtilaksono dan Iskandar**

Staf pengajar pada Dep. Ilmu Tanah & Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, dan  
Peneliti pada Pusat Studi Reklamasi Tambang, LPPM IPB;  
murtilaksono@yahoo.com, issi\_iskandar@yahoo.com

## **Abstrak**

Kegiatan eksploitasi minyak dan gas bumi baik pada tahap konstruksi maupun paska operasi menimbulkan dampak terhadap sifat tanah dan erosi tanah di lahan kering serta keamblesan (*subsidence*) di lahan basah atau rawa. Usaha pemulihan atau *recovery* sumberdaya alam mutlak diperlukan pada kedua tahap tersebut guna mencegah erosi.

Teknik konservasi tanah dan air yang dapat diaplikasikan pada lapangan minyak dan gas bumi pada lahan kering berlereng baik di tahap konstruksi maupun paska operasi atau eksploitasi adalah pematangan lahan dan/atau dikombinasikan dengan gulud, teras gulud, teras bangku, turap, atau saluran pembuangan air. Selain dilakukan juga revegetasi dengan tumbuhan yang mudah tumbuh (*cover crop* sebagai *starter*) dan adaptif, disamping dilakukan pemupukan dan/atau pemberian bahan amelioran (*top soiling*) dan pemeliharaan. Proses suksesi tumbuhan secara alami akan dapat menutupi lahan terlebih bila ditanami dengan tanaman keras atau vegetasi hutan. Keberhasilan revegetasi menjadi kunci pemulihan sifat-sifat kimia-fisika-biologi tanah sehingga mampu menekan erosi tanah secara maksimal.

Kata kunci : erosi, revegetasi, pematangan lahan, bangunan konservasi tanah dan air

## **Pendahuluan**

Minyak dan gas bumi adalah sumberdaya alam dan merupakan sumber energi tak terbarukan (*non renewable resources*) sehingga eksploitasi dan pemanfaatannya perlu dilakukan secara hati-hati dan seksama terlebih dengan memperhatikan keterbatasan cadangannya. Pada tahun 2007 Indonesia memproduksi minyak dan gas bumi masing-masing sebesar 950 ribu dan 1.369 ribu BOEPD. Kebutuhan BBM dalam negeri 1,3 juta barel per hari, dimana 1,050 juta barel berasal dari hasil kilang sendiri dan 0,3 juta barel dari impor. Sementara itu harga minyak mentah dunia semakin meroket yang mencapai US\$125 per barel sehingga mau tidak mau Indonesia yang juga mengimport minyak harus semakin waspada agar tidak terjadi gejolak ekonomi nasional.

Eksplorasi minyak dan gas bumi di lapangan pasti menimbulkan dampak lingkungan yang nyata, baik itu biofisik, maupun sosial ekonomi dan budaya lingkungan sekitarnya. Dampak tersebut dapat berupa dampak positif yang memberikan pengaruh baik terhadap lingkungan maupun dampak negatif yang memberikan pengaruh buruk terhadap lingkungan. Memang eksploitasi minyak dan gas bumi secara nasional dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi secara nyata dan merupakan sumber utama

---

<sup>1</sup> Makalah disajikan pada Forum Teknologi K3LL PT. Pertamina (Persero) di Hotel Patrajasa, Semarang, 24-25 Juni 2008

pendapatan Negara. Namun, eksploitasi yang salah kelola akan memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu dampak penting penambangan minyak dan gas bumi di lapangan adalah erosi tanah pada lahan kering berlereng dan keamblesan (*subsidence*) pada lahan basah (rawa dan gambut). Erosi yang terjadi di lahan kering sebagai akibat penambangan minyak dan gas bumi tidak hanya berupa alur-alur atau parit-parit kecil (*rill erosion*) tapi juga dapat berbentuk erosi jurang (*gully erosion*) dan longsor (*land slide*). Pada lokasi sumur pengeboran atau eksploitasi biasanya tidak memerlukan lahan yang luas, tetapi lahan yang diperlukan untuk pengolahan minyak dan gas bumi serta penyaluran atau transmisinya memerlukan lahan yang luas yaitu sepanjang jalur pipa penyaluran dan selebar ROW. Lebih jauh, pada umumnya tambang minyak dan gas bumi berada pada lahan dengan tanah yang kurang sampai tidak subur sehingga usaha *recovery* atau perbaikan lahan yang berupa revegetasi sering mengalami kegagalan kecuali dengan dibarengi dengan tambahan input yang memadai dan usaha pemeliharaan. Hal tersebut sesuai dengan aturan yang diamanatkan 30 UU No 11 tahun 1967 tentang Ketentuan pokok Pertambangan dan UU No. 22 tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi serta peraturan turunannya.

Untuk itu agar kejadian erosi tidak berlanjut lebih parah, pencegahan dan pengendalian erosi tanah mutlak diperlukan walaupun erosi tetap terjadi tapi masih di bawah ambang atau batas toleransi. Upaya yang ditempuh dapat berupa tindakan sipil teknis, tindak vegetatif maupun aplikasi bahan kimia. Lebih lanjut, dapat ditentukan jenis atau macam tindakan yang diperlukan setelah operasi atau paska eksploitasi minyak bumi dan gas alam selesai dengan tujuan untuk perbaikan atau *recovery* terhadap komponen tanah khususnya aspek erosi tanah.

### **Pengertian Erosi dan Konservasi Tanah dan Air**

Erosi adalah peristiwa berpindahnya atau terangkutnya sejumlah tanah atau bagian-bagiannya dari satu tempat ke tempat lain oleh agen penyebab erosi yang berupa air (aliran/limpasan permukaan) dan angin. Secara alami erosi tetap terjadi sekalipun pada daerah yang bervegetasi lebat namun pada laju yang sangat rendah yaitu masih jauh lebih kecil dari laju pembentukan tanah, dan erosi tersebut dinamakan erosi geologi. Sedangkan erosi dipercepat merupakan erosi yang jauh melampaui erosi geologi atau erosi yang masih ditoleransikan atau diijinkan (*Tolerable Soil Loss* = TSL), dan biasanya karena ulah atau buatan manusia lantaran pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak proporsional. Nilai TSL di tropika seperti di Indonesia secara rata-rata tidak lebih dari 30 ton/ha/thn atau tanah setebal sekitar 3 mm per tahun.

Bentuk-bentuk erosi yang dapat berkembang semakin parah dan mungkin terjadi oleh agen air hujan adalah erosi percikan (*splash erosion*), erosi lembar (*sheet erosion*), erosi parit (*rill erosion*), erosi jurang (*gully erosi*), dan longsor (*landslide*).

Faktor-faktor yang dapat meningkatkan atau menekan erosi tanah meliputi sifat tanah (kepekaan atau erodibilitas tanah atau faktor K), iklim (intensitas, jumlah, dan distribusi hujan; arah dan kecepatan angin atau faktor R), topografi (panjang dan kecuraman kereng atau faktor LS), vegetasi (jenis tanaman, fase pertumbuhan, tingkat kelebatan/penutupan tajuk atau faktor C), dan manusia (aplikasi teknik konservasi tanah dan air atau faktor P).

Konservasi tanah adalah penempatan atau pemanfaatan sebidang tanah sesuai dengan kemampuannya dan secara proporsional, sedangkan konservasi air adalah pemakaian atau pemanfaatan air seefisien mungkin sehingga tidak ada air yang terbuang percuma. Penggunaan tanah dan lahan yang sesuai dengan kemampuannya tidak akan menyebabkan erosi yang melampaui erosi yang masih ditoleransikan (TSL) karena aliran permukaan yang timbul tidak akan besar lantaran banyak yang terinfiltrasi atau menyerap ke dalam tanah.

### **Kegiatan Tambang Minyak dan Gas Bumi yang Menimbulkan Dampak terhadap Erosi Tanah**

Dampak erosi tanah yang nyata terjadi karena eksploitasi minyak dan gas bumi atau kegiatan penambangan bahan galian terbuka lainnya pada tahap konstruksi meliputi kegiatan pembukaan lahan dan penyiapan lahan yang terdiri dari *cut and fill* lereng, serta perataan dan pematangan tanah, dan kegiatan pemasangan pipa atau penggalian bahan tambang (termasuk *overburden*). Pada daerah yang berlereng curam, kegiatan *cut and fill* serta pematangan tanah termasuk stabilitas atau penguatan lereng baru (bagian *fill*) menjadi kegiatan yang harus sangat diperhatikan agar tidak terjadi longsoran tanah timbunan.

Pada tahap paska operasi, kegiatan yang menyebabkan dampak terhadap erosi tanah adalah pembongkaran, yaitu pembongkaran terhadap peralatan/ fasilitas yang sudah tidak dipergunakan, dan kemudian didemobilisasi ke tempat yang telah ditentukan. Penanganan terhadap bekas lokasi fasilitas yang telah dibongkar yaitu meliputi pembersihan dan reklamasi lahan sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mempertimbangkan rencana tata ruang wilayah. Pada tahap paska operasi inilah *recovery* atau pemulihan sumberdaya alam khususnya karakteristik tanah dapat dilakukan guna mencegah erosi lebih lanjut. Erosi tanah yang mungkin timbul oleh kegiatan penambangan pada tahap operasi biasanya jauh lebih besar dari pada tahap paska operasi atau paska eksploitasi.

### **Dampak Kegiatan Eksploitasi Minyak dan Gas Bumi terhadap Komponen Tanah**

Pada lahan kering terutama pada daerah yang berlereng dampak negatif yang timbul karena kegiatan eksploitasi penambangan minyak dan gas bumi terhadap tanah meliputi dampak terhadap parameter sifat fisik kimia tanah dan dampak terhadap parameter erosi tanah. Sedangkan penambangan minyak dan gas bumi pada lahan basah dan datar seperti pada daerah gambut (misal lapangan Zambrut – Caltex/Cevron di Riau) adalah keamblesan tanah atau *subsidence*.

#### **Sifat Kimia Fisik Tanah**

Perubahan walaupun tidak mencolok atau nyata karena kegiatan pada tahap konstruksi pemasangan pipa adalah perubahan terhadap beberapa parameter tanah yang penting yaitu tekstur, kemantapan agregat, bahan organik, dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah terutama pada tanah di daerah berlereng. Perubahan beberapa parameter tanah sebelum dan sesudah pemasangan pipa dapat dilihat sifat kimia fisika tanah

permukaan (*top soil*) semula dengan sifat kimia fisika tanah lapisan bawah (*sub soil*) yang akan tersingkap saat dan setelah konstruksi pemasangan pipa (Tabel 1). Parameter-parameter lainnya dapat dikatakan tidak mengalami perubahan yang jelas.

Tabel 1. Perbandingan Sifat Kimia Fisika Tanah antara Tanah Permukaan (Top Soil) dan Tanah Lapisan Bawah (*Sub Soil*).

Sifat Tanah	Top Soil	Sub Soil	Perbedaan
Tekstur	Lempung liat berdebu	Lempung (berbatu)	Muncul kerikil - batu
Kemantapan agregat	Stabil	Kurang stabil	Mudah longsor
C-organik (%)	1.48	1.25	- 0.23
KTK (meq/100q)	30.15	27.42	- 2.73

Sumber : Laporan Penyusunan AMDAL Lapangan Senoro, Luwuk – Banggai, Sulawesi Tengah (JOB Pertamina – MEDCO E&P, 2006)

Kegiatan pemasangan pipa gas misalnya di lapangan Senoro, Luwuk – Banggai Sulawesi Tengah yang akan dilakukan oleh JOB Pertamina MEDCO pada tahap konstruksi yaitu kegiatan penyiapan lahan, pembangunan jalan ROW dan pemasangan pipa akan menimbulkan dampak negatif walaupun tidak penting terhadap komponen sifat fisik kimia tanah ditinjau dari beberapa ukuran dampak menurut Keputusan Kepala Bapedal Nomor 056 Tahun 1994, berdasarkan ukuran lama dampak berlangsung, intensitas dampak, banyaknya komponen lingkungan lain yang terkena dampak, sifat kumulatif dampak, dan berbalik tidaknya dampak. Demikian pula menurut ukuran jumlah manusia yang terkena dampak, dan luas wilayah persebaran dampak, kegiatan pada tahap konstruksi tidak menyebabkan dampak penting terhadap sifat kimia fisik tanah.

### Erosi Tanah

Pada contoh kasus di lapangan Senoro, Luwuk – Banggai Sulawesi Tengah yang akan dilakukan oleh JOB Pertamina MEDCO peningkatan erosi terjadi karena perubahan tutupan lahan pada jalur pipa dan ROW dari tertutup vegetasi ( $CP = 0,01 - 0,10$ ) menjadi terbuka tanpa vegetasi ( $CP = 0,90$ ). Perubahan tutupan lahan tersebut meningkatkan nilai CP pada rumus prediksi erosi sehingga dengan nilai parameter prediksi erosi lainnya (faktor R, K, dan LS) tetap maka erosi pada jalur ROW tersebut menjadi jauh lebih besar. Nilai laju erosi pada jalur ROW saat konstruksi meningkat sangat tajam, yaitu 1.749,7 hingga 683.463,9 ton/ha/tahun sangat jauh hingga ribuan kali melebihi nilai erosi yang masih dapat ditoleransikan (TSL), yaitu 10 – 40 ton/ha/tahun. Memang erosi tanah hanya terbatas pada daerah sekitar jalur ROW tapi intensitas yang sangat tinggi akan memberikan dampak turunan yang serius juga terhadap komponen lingkungan hidup lainnya, yaitu kekeruhan badan air dan biota perairan. Mengingat *subsoil* pada umumnya berbatu, maka saat penggalian tanah apabila tidak dilakukan dengan hati-hati longsor tidak mustahil akan mudah terjadi.

Kegiatan pada tahap konstruksi menyebabkan dampak negatif penting terhadap erosi tanah ditinjau dari tolok ukur lama dampak berlangsung, intensitas dampak, banyaknya komponen lingkungan lain yang terkena dampak, sifat kumulatif dampak, dan berbalik tidaknya dampak. Sedangkan menurut ukuran jumlah manusia yang terkena

dampak, dan luas wilayah persebaran dampak, kegiatan pada tahap konstruksi tidak menyebabkan dampak penting terhadap erosi tanah.

Pada contoh kasus jalur pipa gas PT TGI di jalur Sakernan – Kuala Tungkal Jambi dampak pemasangan pipa gas terhadap erosi tanah yang telah atau saat ini terjadi berlangsung pada topografi yang bergelombang, dan erosi tanah akan dapat terus berlangsung bahkan dapat mengarah menjadi erosi *gully* walaupun belum berupa jurang seperti erosi yang terjadi di beberapa KP pada saat survei lapang bulan Desember 2005 jika tindakan konservasi tanah tidak segera diaplikasikan. Erosi yang jurang tersebut disebabkan oleh lereng yang curam/terjal, permeabilitas yang rendah, kesuburan tanah yang rendah ( $\text{KTK} < 15 \text{ meq/100 g}$ , C organik sangat rendah) atau tekstur yang berpasir, dan tanpa vegetasi. Contoh erosi yang mengarah ke erosi *gully* tersebut antara lain di KP3 dan KP26.5 yang berlereng agak curam (15-25%, tebing pinggir *crossing* dengan jalan propinsi), dan KP29.9 yang tanahnya bertekstur berpasir. Sebenarnya, kejadian erosi hanya berlangsung *spot-spot* pada posisi lereng yang agak curam hingga curam dan tidak menyebar bahkan pada banyak jalur ROW bahkan areal di sekitar titik erosi *gully* kejadian telah ditumbuhi rerumputan dan semak sehingga erosi yang terjadi belum pada tingkat yang berbahaya atau mengawatirkan. Pada jalur ROW yang bertopografi landai hingga berombak, erosi yang berlangsung sebagian besar masih dalam bentuk erosi alur (*rill erosion*) sehingga relatif masih mudah ditangani.

Pada rencana proyek pemasangan pipa gas oleh PT PGN di sepanjang jalur jalan tol Tangerang – Merak, pada tahap konstruksi – kegiatan pemasangan pipa khususnya kegiatan penggalian pipa (*trenching*), penimbunan pipa (*natural backfilling*), serta kegiatan *open cut* (OC), *thrust boring* (TB), dan *horizontal directional drilling* (HDD) saat pipa gas akan melintasi atau memotong sungai, jalan dan rel kereta api – akan memberikan dampak terhadap rayapan tanah timbunan. Rayapan timbunan tanah diartikan sebagai pergerakan sejumlah massa tanah – pada kasus ini timbunan galian tanah – menyebar ke tempat yang lebih rendah karena pengaruh air hujan secara langsung maupun tidak langsung.

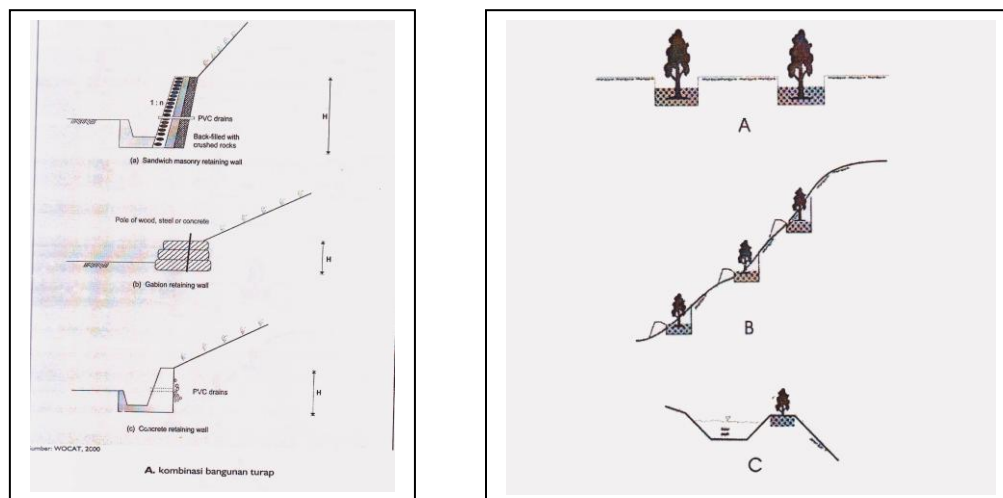
Pada kegiatan *trenching*, tanah harus digali sedalam 240 cm dan lebar 160 cm sepanjang jalur pipa (karena diameter pipa 24 inchi dan jarak vertikal minimum *top of pipe* harus 150 cm). Dengan perhitungan jalur pipa yang akan ditanam setiap tahap sepanjang 1 000 m (penurunan pipa sepanjang 100 m ke lubang galian dibutuhkan waktu sehari), maka volume tanah timbunan di sebelah lubang galian untuk pipa gas akan sebesar sekitar  $6\,000 \text{ m}^3$  yang ditempatkan sejajar jalur pipa dan setidaknya butuh ruang selebar 5 m. Timbunan tanah galian tersebut dalam prakteknya membutuhkan waktu beberapa saat (10 hari karena kecepatannya 100 m per hari) untuk dikembalikan ke lubang galian dan dipadatkan untuk menimbun pipa gas yang telah diturunkan ke dalam lubang galian. Rayapan tanah timbunan akan dahsyat terjadi apabila begitu lubang galian untuk pipa gas selesai dibuat dan tanah galian ditimbun di sebelah lubang galian, segera turun hujan deras. Pada jalur pemasangan pipa yang datar dan DMJ cukup lebar sekitar 10-12 m (seperti di STA Km 61,0 – 64,5; 67,70 – 81,0), rayapan tanah lebih mudah dikendalikan. Namun, jika DMJ sempit dengan lebar kurang dari 5 m terlebih berlereng curam (STA Km 57,0 – 58,0) terlebih disebelahnya terdapat jalan (STA Km 56,5 – 57,0), maka rayapan tanah lebih sulit dikendalikan. Kesulitan akan bertambah bila disebelah DMJ terdapat jalan desa dan/atau perumahan sekalipun lahannya datar (STA Km 73,5 – 74,5; STA Km 71; STA Km 36,0 – 36,5; sekitar STA Km 31 dekat pintu tol Cikupa).

Pada saat kegiatan TB dan HDD berlangsung tanah galian akan ditimbun atau ditumpuk pada satu titik seluas sekitar 25 m<sup>2</sup>. Rayapan tanah dapat terjadi pada timbunan tanah hasil pemboran bila hujan turun cukup lebat dan tidak segera diangkut dengan dump truck ke tempat lainnya. Rayapan akan terjadi lebih hebat pada DMJ yang sempit berlereng curam, di dekat jalan desa dan perumahan seperti pada STA Km 19,5 untuk HDD sungai Cisedane, STA Km 76,0 – 76,5 untuk HDD sungai Cikande, dan STA Km 66,75 – 66,8, STA Km 82,5 untuk TB.

### Tindakan Konservasi Tanah dan Air

Menurut Arsyad (2006) pendekatan dalam konservasi tanah meliputi (1) menutup tanah dengan tumbuhan dan tanaman atau sisa-sisa tumbuhan agar terlindung dari daya perusak butir-butir hujan yang jatuh, (2) memperbaiki dan menjaga keadaan tanah agar resisten terhadap daya penghancuran agregat oleh tumbukan butir-butir hujan dan pengangkutan oleh aliran permukaan, dan lebih besar dayanya untuk menyerap air aliran permukaan, dan (3) mengatur aliran permukaan agar mengalir dengan kecepatan yang tidak merusak dan memperbesar jumlah air terinfiltrasi ke dalam tanah.

Selanjutnya secara prinsip, metoda konservasi tanah dan air dikelompokkan ke dalam tiga metoda utama yaitu (1) vegetatif, (2) mekanik, dan (3) kimia. Metoda vegetatif meliputi penanaman dalam strip, penggunaan sisa-sisa tanaman/tumbuhan, geotekstil, strip penyangga riparian, tanaman penutup tanah, pergiliran tanaman, dan agroforestry. Metoda mekanik atau sipil teknis terdiri dari pengolahan tanah (menurut kontur), guludan dan guludan bersaluran menurut kontur, parit pengelak, teras, dam penghambat, waduk atau balong, rorak, tanggul, perbaikan drainase, dan irigasi. Sedangkan metoda kimia adalah penggunaan preparat atau bahan kimia baik senyawa sintetik maupun berupa bahan alami yang telah diolah, dalam jumlah yang relatif sedikit, untuk meningkatkan stabilitas agregat dan mencegah erosi (Morgan dan Davidson, 1989; Troeh, Hobbs, dan Donahue, 1980; FFTC, 1995). Beberapa skema tindakan konservasi tanah dan air yang biasa diterapkan seperti turap, teras dan penanaman lereng atau revegetasi disajikan pada Gambar 1.

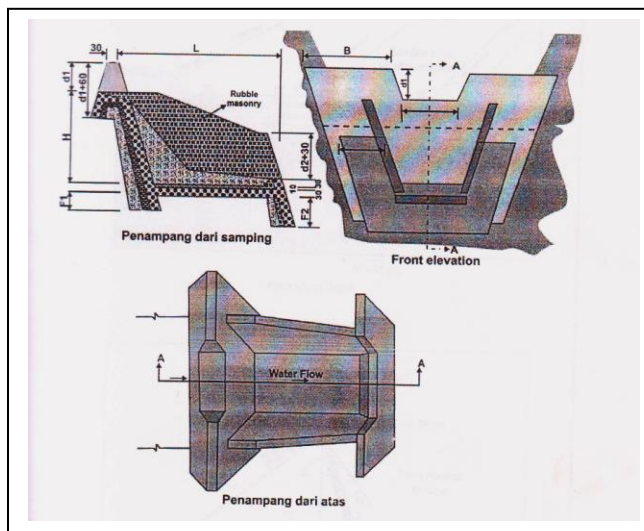


Gambar 1. Teknik konservasi tanah dan air umum diterapkan pada daerah pertambangan

### ***Lesson Learn Upaya Pengelolaan Erosi Tanah***

Tindakan konservasi tanah dan air yang sering dan dapat diaplikasikan di lahan kering pada pertambangan minyak dan gas bumi meliputi turap, teras bangku kombinasi dengan tanaman rerumputan atau tanaman penutup (*cover crop*), terjunan (*drop structure*), penghambat aliran dan sedimen (*small rip rap*), revegetasi dengan tanaman keras, penanaman *cover crop*. Prinsip tindakan konservasi tanah dan air tersebut juga secara umum dapat diaplikasikan pada pertambangan terbuka bahan mineral non migas seperti tambang batu bara, timah, nikel dan sebagainya. Upaya tindakan konservasi tanah dan air jalur pipa transmisi gas Sakernan – Kuala Tungkal (Jambi) – Batam (*borderline*) dan jalur Grisik (Sumatera Selatan) – Duri (Riau) telah dilakukan dan secara terus diperbaiki dengan menerapkan teknik-teknik tersebut. Gambar-gambar (foto) contoh bangunan konservasi tanah dan air disajikan pada Lampiran. Bangunan turap, teras bangku kombinasi dengan tanaman rerumputan atau tanaman penutup (*cover crop*), terjunan (*drop structure*), penanaman *cover crop* dapat ditemui di Pemping Station (kepulauan Batam).

Upaya pengelolaan lingkungan yang direncanakan oleh JOB Pertamina MEDCO di lapangan Senoro, Luwuk – Banggai Sulawesi Tengah yaitu meliputi langkah pertama pada daerah berlereng adalah tindakan pengamanan tanah lapisan atas atau tanah pucuk (*top soil*) pada suatu tempat yang aman mengingat solum tanah dangkal atau berbatu pada lapisan bawah tanah (*sub soil*). Kemudian, setelah pipa gas ditanam dan dibuat parit di kanan kiri ROW, tindakan selanjutnya pada jalur ROW tersebut adalah penanaman dengan tanaman penutup semacam *cover crop* atau tanaman perdu lainnya terutama jenis kacang (*legume*) serta tindakan sipil teknis konservasi tanah dan air lainnya. Bangunan sipil teknis tersebut berupa teras gulud serta bak kontrol atau rorak dan *drop structure* pada saluran air di kanan kiri jalur ROW (Gambar 2).



Gambar 2. Bangunan *drop structure* untuk parit terjal pada ROW

Usaha pencegahan keamblesan tanah pada tanah rawa atau tanah gambut terutama pada daerah yang terkena pengaruh pasang surut air laut adalah mempertahankan permukaan

air bawah tanah dangkal (*shallow groundwater table*) sedangkal mungkin atau mencegah drainase berlebihan. Usaha tersebut berupa pembuatan atau pembangunan pintu air satu arah (*stop flow*), yaitu mencegah air keluar melalui saluran drainase saat air surut.

Secara prinsip usaha pemulihan (*recovery*) sumberdaya alam paska eksploitasi atau paska operasi penambangan migas guna mencegah erosi pada lahan kering dan berlereng adalah pematangan lahan sehingga permukaan lahan datar hingga landai dan/atau dapat dikombinasikan dengan gulud, teras gulud, teras bangku, turap, dan saluran pembuangan air disertai dengan revegetasi (penanaman kembali) dengan vegetasi yang mudah tumbuh (termasuk *cover crop* sebagai *starter*) dan adaptif disamping pemupukan dan/atau pemberian bahan amelioran (termasuk *top soiling*) dan pemeliharaan sampai dapat ditinggalkan. Selanjutnya melalui proses suksesi tumbuhan secara alami, lahan yang telah ditinggalkan tersebut akan menjadi tertutup rapat oleh vegetasi dengan berjalannya waktu terlebih bila juga ditanami dengan tanaman keras atau vegetasi hutan. Dengan demikian, keberhasilan revegetasi menjadi kunci pemulihan sifat-sifat kimia (kandungan hara dan bahan organik) dan biologi tanah (aktifitas (mikro)-biologi tanah) yang baik sehingga dapat memperbaiki sifat-sifat fisika tanah (agregasi, kapasitas infiltrasi, kapasitas memegang air tanah) dan pada gilirannya akan mampu menekan erosi tanah secara maksimal.

## Penutup

Sejauh pengalaman penulis, tindakan konservasi tanah dan air yang berupa bangunan sipil teknis dan terutama dikombinasikan dengan tindakan vegetatif biasa atau lazim diaplikasikan di sumur minyak dan gas bumi atau tambang mineral terbuka.

Banyak sumur minyak dan gas alam yang ditambang di lahan kering yang datar malah beberapa pada lahan rawa dan bergambut seperti yang tersebar di pantai timur Sumatera dan Kalimantan. Untuk itu penelaahan sebaiknya tidak hanya pencegahan erosi tetapi juga keamblesan dan bahkan emisi karbon pada lahan gambut atau rawa.

## Reference

- Arsyad, S. 2006. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- Bumi Parahyangan Ranhill Energia Citarum Pte. [BPREC Citarum PSC]. 2007. Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) Pemboran Eksplorasi Sumur Kujang #1, di Blok Citarum, Desa Jonggol, Kec. Jonggol, Kab. Bogor. Jakarta.
- Food and Fertilizer Technology for Asian and Pasific Region [FFTC]. 1995. Soil Conservation Handbook. FFTC Book Series No. 11. Council of Agric., ROC – Taiwan Provincial Soil and Water Conservation Bureau – Chinise Soil and water Conservation Society, ROC. Taipei.
- JOB Pertamina – PT MEDCO E&P. 2006. Laporan Akhir Penyusunan AMDAL Lapangan Senoro, Luwuk – Bangai, Sulawesi Tengah. PKSPL, LPPM IPB.
- Morgan, R. P. C. and D. A. Davidson. 1986. Soil Erosion and Conservation. English Language Book Society, Longman Group Ltd. Hong Kong.



- PT. MEDCO E & P SEMBAKUNG. 2006. Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) Pemboran Sumur Pengembangan di Lapangan Sembakung Kab. Nunukan, Prop. Kalimantan Timur. Kerjasama PT. MEDCO E&P – PKSPL IPB. Jakarta.
- PT Transportasi Gas Indonesia – Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. 2004. Laporan Akhir Review Dokumen Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Jalur Pipa Transmisi Gas Grisik – Duri. PT. Transportasi Gas Indonesia. Jakarta.
- PT Transportasi Gas Indonesia – Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. 2006. Laporan Akhir Review Dokumen Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Jalur Pipa Transmisi Gas Sakernan – Kuala Tunggal – Batam (*Borderline*). PT. Transportasi Gas Indonesia. Jakarta
- Troeh, F. R., J. A. Hobbs, and R. L. Donahue. 1980. Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.