

# ASPEK MEKANIKA TANAH DALAM INTERAKSI MESIN—TANAH

## Bagian I

Oleh :

*Abdul Rozaq\**

### Pendahuluan

Perkembangan mekanisasi pertanian di Indonesia semakin dirasakan dengan meningkatnya pemakaian alat-alat mekanis untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan di lapangan, terutama pengolahan tanah.

Dalam pengolahan tanah secara mekanis, traktor digunakan sebagai sumber daya dan alat pengolah tanah sebagai alat untuk melakukan proses pemotongan, pembalikan, pelepasan dan sebagainya sehingga diperoleh hasil yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Kemampuan traktor sebagai sumberdaya penarik alat sangat dipengaruhi oleh disain roda penggerak (wheel drive) dan sifat fisik dan mekanik tanah. Demikian juga halnya dengan kemampuan alat/mesin pengolah tanah, untuk melakukan fungsinya sangat

dipengaruhi oleh disain alat itu sendiri di samping sifat fisis dan mekanis tanah.

Selain itu, kualitas pengolahan tanah yang baik dan sesuai untuk tanaman seringkali sulit dilakukan karena adanya interaksi terus menerus antara tanah-tanaman dan iklim. Dengan demikian sangat diharapkan adanya metoda yang dapat dipergunakan untuk mengevaluasi kualitas pengolahan tanah yang baik dan optimum untuk tanaman.

Hal-hal tersebut di atas menjadi sangat penting artinya dalam menentukan kebutuhan alat/mesin pengolah tanah untuk kegiatan mekanisasi pertanian - perkebunan di Indonesia.

### *Proses Timbulnya Gaya Tarik Traktor*

#### *Konsep Pancalan Ideal*

Pada saat traktor harus menarik alat pengolah tanah, roda penggerak harus menghasilkan gaya pancal yang

\* Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, UGM.

besar kecilnya sangat dipengaruhi oleh berat traktor, dimensi dan bentuk roda yang menapak pada tanah.

Secara matematis, besarnya gaya pancal tersebut dapat didekati dengan harga kekuatan geser maksimum tanah apabila pada tanah diberi sejumlah beban atau gaya normal yang tegak lurus permukaan tanah. Konsep tersebut didasarkan pada hukum Coloumb (1776) yang disajikan dalam formula.

$$\tau = C + \tau \tan \varphi$$

- $\tau$  = tahanan geser tanah efektif
- $C$  = kohesi tanah efektif
- $\tau$  = tegangan normal efektif
- $\varphi$  = sudut gesek dalam efektif

Harga  $C$  dan  $\varphi$  sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, struktur dan kelembabannya. Oleh Micklewaith formula di atas dikembangkan untuk menghitung gaya pancal roda sebagai berikut :

$$\tau A = CA + \tau .A \tan \varphi$$

( $A$  = luas kontak roda-tanah)

atau dapat juga dituliskan dalam bentuk

$$H = CA + W \tan \varphi$$

( $W$  = beban di atas roda)

$H$  di atas adalah besar gaya pancal maksimum traktor yang ideal. Harga gaya pancal maksimum tersebut tidak pernah tercapai dalam kenyataan karena proses timbulnya gaya pada interaksi roda-tanah tidak sama dengan proses timbulnya gaya pada

geseran tanah yang diperoleh di laboratorium (percobaan geser langsung) yang merupakan cara untuk menemukan formula di atas.

Pada proses timbulnya gaya pancal roda, kekuatan geser maksimum tanah tidak dapat diperoleh karena terjadinya proses deformasi parsial yang secara terus menerus terjadi pada saat roda melakukan pancalan pada tanah. Di samping itu, model patahan tanah yang terjadi dalam proses tersebut juga tidak sama dengan model patahan tanah pada alat di laboratorium. Dengan demikian formula tersebut hanya dapat dipergunakan sebagai salah satu pendekatan untuk menghitung gaya pancal roda.

### *Jabaran Praktis dari Konsep Pancalan Ideal*

Dengan memahami konsep di atas, kita dengan mudah dapat mengerti mengapa misalnya sebuah traktor memberikan performance penarikan yang berbeda pada tanah lempung dan tanah pasir. Begitu pula, kita dapat secara analitis memberikan pengertian pengaruh struktur awal tanah terhadap performance penarikan traktor.

Pada tanah lempung, harga  $C$  (kohesi) lebih besar dibanding harga  $C$  pada tanah pasir. Sementara itu, harga  $\varphi$  tanah lempung lebih kecil dari harga  $\varphi$  tanah pasir. Dengan demikian pada tanah pasir, faktor  $W$  (beban di atas roda) menjadi lebih dominan untuk menghasilkan

kekuatan menarik dibanding pada tanah lempung. Sebaliknya pada tanah lempung, faktor luas kontak sangat sensitif untuk memberikan performance penarikan traktor. Konsekwensi praktisnya, penambahan berat pada traktor, misalnya, akan diterjemahkan secara berbeda apabila traktor yang bersangkutan dipergunakan di atas tanah lempung dan tanah pasir.

Di atas tanah yang berstruktur lepas, sebuah traktor akan menghasilkan kemampuan menarik yang lebih rendah dibanding di atas tanah yang sama tetapi berstruktur lebih kompak. Hal ini disebabkan karena pada tanah berstruktur lepas, harga  $C$  dan  $\varphi$  relatif kecil sehingga  $H$  yang dihasilkan akan lebih kecil.

Demikian juga halnya dengan kondisi tanah yang lembab, harga  $C$  dan  $\varphi$  lebih kecil dibanding harga  $C$  dan  $\varphi$  pada tanah kering. Akibatnya performance penarikan traktor di atas tanah kering akan lebih baik dari performance di atas tanah lembab.

Kalau tekanan ban dikurangi, kita akan mendapatkan peningkatan kemampuan menarik traktor. Hal ini dapat dijelaskan dengan mengingat bahwa penurunan tekanan ban akan berakibat pada meningkatnya luas kontak roda-tanah ( $A$ ). Dengan demikian gaya pancal traktor juga akan meningkat. Meskipun demikian penurunan tekanan ban ada batas maksimum yang tidak boleh dilampaui karena resiko lepasnya ban dari rim dan rusaknya struktur ban.