



EVALUASI SIFAT MEKANIS TANAH UNTUK MEKANISASI PANEN PADI SAWAH (STUDI KASUS DI SUKAMANDI)

(EVALUATION OF SOIL MECHANICAL PROPERTIES FOR RICE COMBINE HARVESTER : CASE STUDY IN SUKAMANDI)

Handaka dan Joko Pitoyo

Perekayasa Utama dan Perekayasa Muda
Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

ABSTRAK

Pengukuran sifat mekanis tanah dapat digunakan untuk memprediksi parameter rancangan pengolahan tanah (*tillage*) seperti daya sangga tanah (*soil bearing capacity*) dan kemampuan bergerak (*trafficability*) dari suatu mesin pertanian. Pemetaan (*mapping*) dari sifat-sifat mekanis tanah dapat juga digunakan untuk memfasilitasi studi tentang pengaruhnya terhadap daya mesin dan ukuran mesin pengolahan tanah, mesin panen, dan mesin-mesin pertanian lainnya. Tujuan dari studi ini adalah untuk melakukan pengukuran sifat mekanis tanah dengan menggunakan instrument pengukuran SR-2. Instrumen ini digunakan untuk memprediksi *trafficability* dari mesin pertanian yang berjalan di atas tanah, dan resistensi dari mesin yang sedang bekerja. Dengan melakukan pengukuran *cone* indeks dan *sinkage*, maka tahanan terhadap mesin yang sedang bekerja dapat diperhitungkan. Hasil pengukuran menunjukkan, bahwa sifat mekanis tanah di Sukamandi menunjukkan variabilitas cukup besar sesuai dengan kandungan lengas pada saat diukur, namun demikian sebagian besar memberikan indikasi memungkinkan untuk operasi *combine harvester* (*cone* indeks $>2,5 \text{ kgf/m}^2$). Pada penggunaan *sinkage* diperoleh indikasi bahwa penggunaan *combine harvester* tidak akan mengalami kesulitan karena masih dalam kisaran 6-10,5 kgf/cm^2 .

Kata kunci: sifat mekanis tanah, *trafficability*, *cone index*, pengolahan tanah, *combine harvester*

ABSTRACT

Measurement of mechanical soil properties may be used for determine of tillage parameters such as soil bearing capacity and trafficability of farm machineries. Mapping of the mechanical soil properties may also be used to facilitate the study of its effects on draft power, and the specific dimension of farm machineries. The objectives of this study were to measure the mechanical soil properties by using the SR-2 penetrometer and observe the trafficability of the ground vehicle such as Combine harvester. By measuring cone index and sinkage, the resistance of the machine could be calculated. Results indicated that the cone index of Sukamandi's soil was more than 2.5 kgf/m^2 , and the sinkage was in the range of 6-10.5 kgf/m^2 . Both of these parameters indicated that the ground vehicle such as combine harvester could work easily in Sukamandi's soil.

Keywords: *mechanical soil properties, trafficability, cone index, tillage, combine harvester*

PENDAHULUAN

Panen padi di Indonesia masih di dominasi oleh tenaga manusia dengan menggunakan curahan tenaga kerja yang tinggi, kurang lebih 40% dari penggunaan total tenaga kerja orang untuk padi sawah intensif (1200-

1500 JO/ha). Disamping masalah tenaga kerja, masalah budaya juga menyebabkan tingginya susut panen padi di sawah, dimana angka susut pasca panen adalah sekitar 20% (Ditjen P2HP, 2007, Handaka, 2007). Pemanenan padi dapat dilakukan dengan cara tradisonal, semi mekanis dengan menggunakan *reaper* maupun

mekanisasi penuh dengan menggunakan combine harvester, reaper binder, maupun stripper. (FAO, 2002). Namun terdapat kekhususan pada mesin pemanen padi tipe striping harvesting (Sulistiaji et. al., 2004), mekanisme pemanenan dilakukan tanpa pemotongan padi melainkan padi diserut dan gabah ditampung sedangkan jeraminya ditinggalkan di lahan.

Dengan makin tingginya upah tenaga kerja manusia, maka kecenderungan untuk menggunakan mesin panen mekanis semakin meningkat. Hal ini juga seiring dengan makin besarnya tuntutan untuk mengurangi susut pasca panen. Namun demikian, sistem pemanenan padi secara mekanis pada lahan sawah di beberapa wilayah di Indonesia perlu mempertimbangkan kondisi lahan, lebih khusus lagi pada daya sangga lahan (bearing capacity) untuk menumpu mesin-mesin pemanen tersebut. Kondisi lahan pada saat panen padi sawah musim hujan (MH) di sebagian besar wilayah umumnya dalam kondisi basah dan berair. FAO (2002) menyebutkan bahwa masih ada beberapa masalah dalam pengembangan stripper rancangan IRRI, termasuk di dalamnya adalah masalah tergenangnya sawah meskipun telah diuji di 20 negara berkembang termasuk Indonesia.

Penggunaan mesin pemanen padi sangat erat kaitannya dengan sifat mekanis tanah seperti daya sangga tanah (soil bearing capacity) dan trafficability (Adekalu et.al., 2007, dan Sirjacobs, et. al., 2002). Keduanya menyebutkan bahwa sifat mekanis tanah sangat penting dalam melakukan perencanaan mekanisasi pertanian, baik dalam rancangan mesin maupun dalam manajemen pemilihan mesin pertanian yang sesuai.

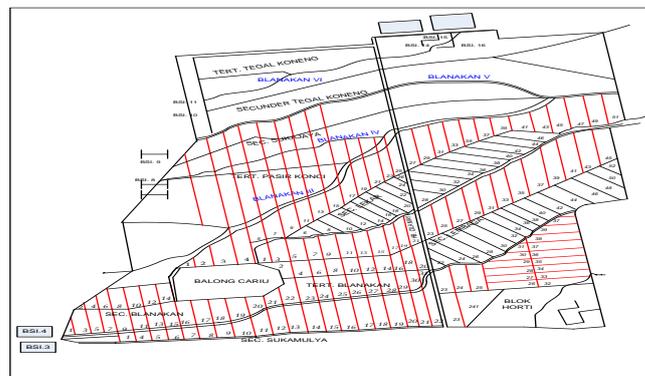
Tujuan dari pengukuran lapang sifat mekanis tanah ini adalah untuk: (a) Melakukan pengukuran sifat mekanis tanah secara mikro yang mampu menyatakan hubungan antara bearing capacity lahan dan trafficability mesin pemanen. Hal ini perlu dilakukan untuk meyakinkan bahwa mesin panen tersebut mampu beroperasi pada kondisi lahan seperti pada saat pengukuran; dan (b) Memberikan acuan untuk rekomendasi penggunaan Combine harvester atau jenis mesin panen padi lainnya pada padi sawah di Sukamandi-Jawa Barat.

BAHAN DAN METODE

Deskripsi Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Studi

Lokasi studi terletak di daerah kecamatan Ciasem, Sukamandi, Kabupaten Subang, yang berada di jalur Pantai Utara Jawa Barat, atau tepatnya berada di PT. Sang Hyang Seri yang digunakan untuk lahan produksi benih padi. Jenis tanah di daerah ini adalah Ultisols atau Podsolis (Fagi, 2008). Musim hujan dimulai pada awal Nopember dan berakhir pada bulan Maret setiap tahunnya, dan musim kemarau dimulai pada bulan April sampai dengan bulan Oktober. Musim panen padi dimulai pada bulan Januari dan berakhir pada bulan April. Lahan di daerah ini adalah lahan sawah beririgasi teknis dengan IP diatas 200% setiap tahunnya. Areal pertanaman padi seluruhnya 3150 ha, yang terbagi atas petakan petakan yang sudah teratur dengan saluran irigasi yang tertata dengan baik (Tarigan, 2005).

PETA AREAL SAWAH PT. SANG HYANG SERI (PERSERO)
REGIONAL MANAGER I SUKAMANDI



Gambar 1. Peta areal PT. Sang Hyang Seri di Sukamandi



Studi ini dilaksanakan pada bulan Februari 2006, pada saat panen sedang berlangsung, sehingga kondisi lahan diasumsikan telah mendekati kondisi panen.

Bahan dan Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- *Soil penetrometer* tipe SR-2 (Gambar 2) dan asesoris pengukur sifat fisik tanah 2 buah *cone* bersudut 30^o dengan luas lingkaran 6 cm² dan 2 cm², 2 buah *rectangular plate* berukuran 5 x 10 cm dan 2,5 x 10 cm.
- *Digital soil moisture tester*.



Gambar 2. Alat Penetrometer SR-2

Metode

Supaya didapatkan hasil evaluasi yang berhubungan dengan kemampuan beroperasi di lahan dari mesin panen maka dilakukan kegiatan survey lapang yang bertujuan untuk: (a) Melakukan pengukuran kondisi fisik tanah yang berhubungan dengan *trafficability* (*cone test*, *sinkage test*) pada lahan padi sawah saat saat musim panen (b) Melakukan evaluasi serta simulasi *trafficability* mesin panen pada kondisi lahan yang telah terukur sifat fisik tanahnya.

Cara Pengukuran

Pengukuran dilakukan secara acak, menyebar pada areal kurang lebih 100 ha, pada setiap pengukuran dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Cara pengukuran ditunjukkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Cara pengukuran daya sangga tanah dengan menggunakan *Plate sinkage* pada saat kering dan basah

a. *Cone penetrating test*

- Pegas 50 kg dipasangkan, sedangkan *cone* yang dipakai dua tipe 2 cm² dan 6 cm².
- Beban atau gaya tekan dikenakan di atas instrumen kemudian dilakukan pembacaan gaya tekan pada tiap-tiap level kedalaman 0 sampai 40 cm dengan selang kedalaman 5 cm.

b. *Sinkage test*

Plat segi empat (*rectangular plate*) yang besar dan kecil dipasangkan sebagai pengganti *cone*. Kedalaman (*sinkage*) dari plat segi empat dibaca pada beban 0 sampai 50 kg dengan interval 10 kg atau setara tekanan 0,4-2 kg/cm² untuk plat *sinkage* kecil (10 x 2,5 cm) dan 0,2-1 kg/cm² untuk plat *sinkage* besar (10 x 5 cm).

Salah satu dasar atau acuan melakukan evaluasi *trafficability* yaitu menggunakan angka indeks *trafficability* seperti tertera pada Tabel 1. menurut S. Hai, 1998. (*Teaching Materials of JICA Training for Agricultural Mechanization*).

Meskipun angka indeks tersebut disebutkan untuk *tilling* (pengolahan tanah), namun juga dapat digunakan untuk penggunaan mesin panen, karena berhubungan dengan daya sanga tanah.

Tabel 1. Angka prediksi *trafficability*

Instrumen	Operasi	Trafficability
Cone index (kg/cm ²)	Rotary Tilling	* > 5,0
		** 2,5 – 5,0
		*** < 2,5
	Plowing	* > 6,5
		** 4,0 – 6,5
		*** < 4,0
Plate sinkage (cm)	Rotary Tilling	* < 6,0
		** 6,0 – 10,5
		*** 10,5>
	Plowing	* = 0,0
		** 0,0 – 3,

Catatan :

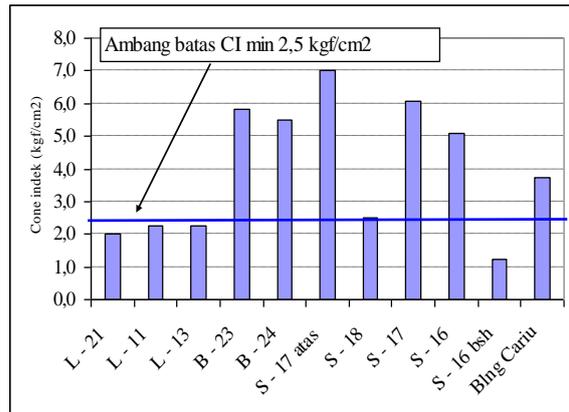
- 1) *(Mudah), ** (Memungkinkan), *** (Tidak mungkin)
- 2) Sudut cone 30 derajat, luas tapak dasar 2 cm² dan rata-rata kedalaman 0,0 sampai 15 cm.
- 3) Plat segi empat pada pengukuran sinkage 10 x 2,5 cm, dengan tekanan 1,6 kgf/cm² atau setara dengan gaya tekan 40 kgf.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Tanah dengan Cone Index

Waktu pengukuran bertepatan dengan saat panen musim hujan (MH), kelembaban tanah saat pengukuran dalam kondisi kering tanpa tergenang, kadar air tanah 27-40%. Ringkasan hasil pengukuran cone indeks dapat dilihat pada Tabel 2. Menurut S. Hai (1998), berdasarkan nilai CI (kgf/cm²), persyaratan minimum supaya mesin pemanen tipe *Combine* dapat berjalan lancar di atas tanah adalah nilai CI harus sama atau lebih besar dari 2,5 kgf/cm².

Dari rata-rata 11 sampel yang tersebar di lokasi dapat digambarkan histogram sebarannya seperti Gambar 4.



Gambar 4. Histogram dari nilai cone indeks lahan sawah di Sukamandi

Tampak bahwa ambang batas 2,5 kgf/cm², masih berada dibawah rata rata nilai cone indeks yang diperoleh. Nilai cone indeks yang lebih kecil daripada 2,5kg/cm², setelah di verifikasi ternyata berada pada lokasi dekat saluran air, atau tergenang karena kemungkinan hujan pada hari sebelumnya. Namun pada lokasi yang kering, nilai cone indeks lebih besar daripada 2,5 kgf/cm².

Data tersebut memberi petunjuk bahwa mesin pertanian masih dapat berjalan dengan aman di lokasi, dan kemungkinan untuk terperosok pada karena kecilnya daya sanga tanah kecil.

Sifat Mekanis Tanah dengan Sinkage Test

Sinkage Test digunakan untuk mengukur kedalaman tenggelam, karena beban dari mesin pertanian yang bekerja. Pada pengukuran ini digunakan plat datar dengan spesifikasi plat 10 x 2,5 cm, gaya tekan 40 kgf atau tekanan 1,6 kgf/cm².

Menurut Hai (1998) seperti pada Tabel 1, supaya mesin pemanen tipe *Combine* dapat berjalan lancar di atas lahan sawah, harus mempunyai nilai *sinkage* maksimum 10,5 cm pada tekanan 1,6 kgf/cm². Dari seluruh sampel lokasi yang diambil digambarkan secara histogram dan ditampilkan pada Gambar 5.

Berdasarkan nilai *sinkage* yang diukur dengan metoda *sinkage* kaki orang menggunakan sepatu boot (*foot sinkage*) dari keseluruhan lahan yang diukur nilainya masih dibawah 6 cm, sehingga hasil evaluasi pada beberapa lokasi masih layak aman untuk berjalannya mesin pemanen tipe *Combine*.



Tabel 2. Cone indek pada kedalaman rata-rata 0 - 15 cm

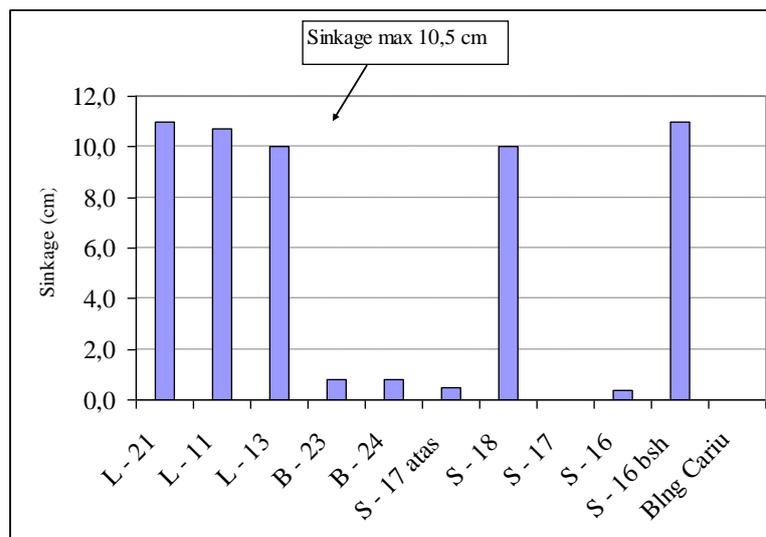
Lokasi	Cone indek (kg/cm ²)	Kondisi Lahan	Waktu pengukuran dari panen
L - 21	2,0	Kering	H + 1
L - 11	2,3	Kering	H + 0
L - 13	2,3	Kering	H + 1
B - 23	5,8	Kering	H + 2
B - 24	5,5	Kering	H + 1
S - 17 atas	7,0	Kering	H + 0
S - 18	2,5	Kering	H + 0
S - 17	6,1	Kering	H + 1
S - 16	5,1	Kering	H + 2
S - 16	1,3	tergenang	H + 2
Blnq Cariu	3,8	kering	H + 1

Catatan : sudut cone 30^o luas permukaan lingkaran 2 cm²

Tabel 3. Sinkage lahan

Lokasi	Kedalaman sinkage (cm)	Kondisi Lahan	Waktu pengukuran dari panen
L - 21	11,2	Kering	H + 1
L - 11	10,7	Kering	H + 0
L - 13	10,0	Kering	H + 1
B - 23	0,8	Kering	H + 2
B - 24	0,8	Kering	H + 1
S - 17 atas	0,5	Kering	H + 0
S - 18	10	Kering	H + 0
S - 17	0,0	Kering	H + 1
S - 16	0,4	Kering	H + 2
S - 16	11,0	tergenang	H + 2
Blnq Cariu	0,0	kering	H + 1

Catatan : diukur dengan plat 10 x 2,5 cm, gaya tekan 40 kgf atau tekanan 1,6 kgf/cm²



Gambar 5. Evaluasi nilai Sinkage tanah

Tabel 4. Berbagai *ground pressure* mesin *Combine* di Jepang

No	Merk	<i>Ground pressure</i> (kg/cm ²)
1	Yanmar	0,11 - 0,21
2	Kubota	0,10 - 0,24
3	Iseki	0,11 - 0,17
4	Merk lain	0,15 - 0,13

Sumber: Anonimous (2006). *Spesifikasi Beberapa Alat Mesin Pertanian di Indonesia*

Secara praktis, pendugaan *trafficability* mesin pertanian di lapang termasuk mesin panen adalah dengan menggunakan sepatu boot (*foot sinkage*). Dari keseluruhan lahan yang sat pengukuran nilainya masih dibawah 6 cm, hal tersebut memberi petunjuk bahwa lokasi sawah di Sukamandi masih layak aman untuk bekerjanya mesin pemanen tipe *Combine*. Demikian pula menurut Anonimous (2004), yang ditunjukkan pada Tabel 3, gerakan *Combine* akan mudah jika *foot sinkage* berada pada kisaran < 2 cm untuk jarak renggang bodi <10 cm, < 3 cm untuk jarak renggang bodi 10-20 cm, dan < 4 cm untuk jarak renggang bodi >20 cm. Batas toleransi *foot sinkage* yang memungkinkan *combine* dapat bergerak pada jarak renggang bodi 10cm, 10-20 cm dan diatas 20 cm adalah masing masing 2-5 cm, 3-7 cm dan 4-10 cm. Lebih lanjut jika *foot sinkage* tersebut mencapai masing masing >5 cm untuk jarak renggang 10 cm, > 5 cm untuk jarak renggang 10-20 cm, dan >10 cm untuk jarak renggang >20 cm, *combine* tidak mungkin dapat berjalan di atas tanah sawah.

Sedangkan berdasarkan referensi dari beberapa perusahaan pembuat mesin *combine* di Jepang (Anonimous, 2006), tekanan mesin ke tanah (*ground pressure*) dari mesin *combine* bervariasi seperti diperlihatkan pada Tabel 4. berikut.

Dari hasil pengukuran dan pembahasan terhadap daya sangga tanah dan prediksi *trafficability* dari mesin pertanian (traktor dan *combine Harvester*), dapat ditarik pelajaran bahwa mesin mesin pertanian tersebut mampu bekerja dengan baik pada keadaan lahan dalam kondisi kering, atau pada kelembaban antara 27-40%, yang berarti lahan sawah tidak dalam keadaan tergenang. Kondisi tersebut dapat dicapai jika terdapat saluran drainase yang cukup mampu berfungsi untuk mengeringkan petakan sawah. Untuk keadaan tersebut, sawah perlu dikeringkan menjelang

panen pada hari H. Seperti sifat tanah *Podsolik* pada umumnya yang kandungan liat (*clay content*) cukup tinggi, maka pengaruh kelembaban tanah ini menjadi penting supaya mesin pertanian dapat bekerja dengan optimal.

KESIMPULAN

1. Sifat mekanis tanah pada lahan sawah di Sukamandi menunjukkan variabilitas cukup besar sesuai dengan kandungan lengas tanah pada saat diukur. Tiap tiap blok memiliki dinamika lengas tanah yang berbeda satu dengan yang lain, namun demikian sebagian besar memberikan indikasi *cone index* yang memungkinkan untuk operasi *combine harvester* atau peralatan pertanian yang lain (lebih besar dari 2,5 kgf/cm²).
2. Pada pengukuran dengan *sinkage test* diperoleh indikasi bahwa penggunaan *Combine* tidak akan mengalami kesulitan karena masih dalam kisaran 6-10,5 kgf/cm². Demikian pula jika diukur dengan cara praktis menggunakan pendekatan *foot sinkage*, mesin panen *combine* masih dapat bekerja dengan baik, karena kedalaman tapak kaki tenggelam hanya sampai 6-10 cm saja. Pada kisaran angka tersebut, mesin *combine* masih dapat bekerja dengan baik dan tidak mengalami kesulitan.
3. Dalam penerapan atau pemakaian mesin panen padi tipe *combine* perlu dipertimbangkan aspek teknis berupa nilai tekanan pada tanah (*ground pressure*), apabila memungkinkan dipilih sekecil mungkin atau disesuaikan dengan nilai kemampuan daya sangga tanah (*bearing capacity*). Nilai *bearing capacity* diambil



secara rata-rata pada kedalaman 0-15 cm. Persyaratan nilai minimum adalah sebesar 2,5 kgf/cm². Sedangkan pendugaan kemudahan operasi berdasarkan nilai *sinkage* pada tekanan 1,6 kgf/cm² menghasilkan kedalaman *sinkage* maksimum 10,5 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekalu, K.O, Okunadez D.A dan Osunbita Y.A. 2007. *Estimating Trafficability of Three Nigerian Agricultural Soils from Shear Strength-Density-Moisture Relation*. Int. Agrophysics, 2007, 21, 1-5
- Anonimous, 2004. *Foot Sinkage on Trafficability of Tractor and Combine*. Artikel dalam internet, http://www.Fmech-20.htm_FARM
- Anonimous (2006). *Spesifikasi Beberapa Alat Mesin Pertanian di Indonesia*.
- Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2007. *Kebijakan dan Langkah Operasional Penanganan Pascapanen Padi*. Diskusi Teknis Pascapanen Padi. Balai Besar Pengembangan Mekansiasi Pertanian.
- Fagi, A.M. 1008. Komunikasi Pribadi dalam Diskusi Studi Kaji Tinddak Lahan Kering di Pawonsari. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan PT. Cakra Hasta, Januari 2008.
- Hai, S. 1998. *Teaching Materials of JICA Training for Agricultural Mechanization*. TBIC, Tsukuba, Japan.
- Handaka, 2007. *Sistem Kontrak Kerja dan Pilihan Teknologi Pascapanen Padi di Indoensia*. Bahan Diskusi Teknis Pascapanen Padi. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- FAO, 2002. *Chapter X- Post Harvest Operation*, Artikel dalam Internet, <http://www.fao.org/inpho>
- Koes Sulistiaji, Handaka, Joko Pitoyo, dan Agung Hendriadi, 2004. *Pengujian dan Evaluasi Mesin Pemanen Padi Tipe Stripper Chandoe di Sulawesi Selatan*. Laporan Kegiatan. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Setyono, A. 2002. *Teknologi Pascapanen di Indonesia*. Bahan Ajar Pelatihan pada Dupont Post Harvest Training, 2006.
- Sirjacobs D, Hanquet, B, Lebeau F., and Destain M.F. 2006. *On-line soil mechanical Resistance Mapping and Correlation with Soil Physical Properties for Precision Agriculture*. Gembloux Agricultural University (FUSAGx—LMA), Passage des Déportés no. 2, B-5030 Gembloux, Belgium.
- Tarigan. S. 2005. *Komunikasi Pribadi*

