PEMULIHAN KEPADATAN TANAH PADA JALAN SARAD

(*Recovery of Soil Compaction on Skidding Trail*)

Juang R.Matangaran[®]

ABSTRACT

Soil compaction by tractor is a fundamental problem from the extent of its impact and the time of the soil recovery to its undisturbed condition. Compacted soils are generally considered unfavorable for the plant growth.

The peresent research was carried out to determine the time required for the recovery of compacted soil and its organic matter for various duration after logging operation of a natural forest of Indonesia and Japan. The bulk density, porosity and skidding intensity of the soil in relation to the level of the duration of its recovery time were examined, as well. Samples for Indonesian soils were obtained from Siak Raya Forest Concession area in Riau Province (Siak Raya) and those of Japan were from Tokyo University Forest in Hokkaido (Hokkaido).

It was found that the time required for the bulk density recovery to its undisturbed condition of the branch skidding road for Siak Raya and Hokkaido was 14 and 11 years, respectively. And that of main skidding road was 28 and 37 years, respectively.

Organic matter (as measured as carbon content) in both areas tended to recover several years after logging but it do not recover to the undisturbed condition. A year after logging, the percentage of organic matter at the main skidding road was 10,3 % and 2,4 % respectively for Hokkaido and Siak Raya. Twelve years after logging, the organic matter of Hokkaido and Siak Raya increased to 14,4 % and 4,1 %, respectively. After the first and the second bulldozer passes bulk density increased markedly and after the fifth its density was not affected any further by subsequent passes. Porosity of soil decreased after first and second bulldozer passes and decreased slightly in the further passes.

Keywords: recovery, soil compaction, organic matter, bulk density, porosity

PENDAHULUAN

Pemadatan tanah pada pemanenan kayu di hutan alam tanah kering umumnya terjadi karena bekerjanya alat berat berupa traktor penyarad kayu. Tapak traktor penyarad kayu umumnya berban ulat (*rupsban/crawler*) atau beroda karet (*wheel skidder/rubber tired skidder*) yang dilengkapi dengan pisau (*blade*) dan *winch* , secara umum disebut *bulldozer*. *Bulldozer* bergerak mendorong tanah dan membuat jalan sarad kemudian menyarad kayu keluar dari tunggak ke Tpn/*landing*. Bergeraknya alat berat tersebut di atas permukaan tanah hutan menyebabkan kerusakan berupa hilangnya lapisan permukaan tanah (*topsoil*) berupa erosi (*erosion*) dan limpasan permukaan (*run off*) yang besar serta bergeraknya partikel tanah menjadi bertambah padat dengan berkurangnya porositas tanah. Proses pemadatan tanah terjadi karena adanya

[®] Laboratorium Keteknikan Pemanenan, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

gaya berat yang bekerja di atas permukaan tanah atau beban persatuan luas (*ground pressure*), dimana partikel tanah bergerak menjadi bertambah rapat satu dengan lainnya dengan berkurangnya pori yang merupakan ruang bagi udara dan air.

Jalan sarad yang terpadatkan akibat intensitas penyaradan kayu tidak langsung pulih ke kepadatan semula setelah berlalunya *bulldozer*. Kepadatan tanah akibat penyaradan kayu berdampak pada tanah berupa berkurangnya total ruang pori, berkurangnya laju infiltrasi air, berkurangnya permeabilitas, berkurangnya daya tampung air (Froehlich, 1982; Heilman, 1981; Jones,1983;). Kondisi tanah yang tetap padat tersebut umumnya mengakibatkan terganggunya pertumbuh-an akar pohon atau akar semai/kecambah yang tumbuh secara alami pada bekas jalan sarad (Halverson dan Zisa, 1982; Hill dan Cruse, 1985; Lutz dan Chander,1965). Akar sulit menembus tanah, berkurangnya pori tanah, hilangnya lapisan atas permukaan tanah serta besarnya limpasan permukaan menyebab-kan masalah kepadatan tanah ini perlu mendapat perhatian.

Selain hal tersebut di atas, jalan sarad yang terpadatkan memerlukan waktu yang panjang untuk pulih ke kepadatan semula. Pada bekas jalan sarad di HPH yang telah ditinggalkan lebih dari 10 tahunpun kadang masih tampak terbuka tanpa vegetasi terutama pada jalan sarad dekat TPn (jalan sarad utama) maupun pada TPn/landing itu sendiri. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemulihan kepadatan tanah memerlukan waktu yang sukup panjang bahkan sampai dengan 70 tahun (Froehlich and Robbins, 1983). Hasil penelitian Jusoff (1996) menunjuk-kan bahwa pemulihan kepadatan tanah pada jalan sarad di Pahang Malaysia memerlukan rata rata waktu 19 tahun.

Penelitian ini bertujuan untuk menduga waktu yang diperlukan bagi pemulihan kepadatan tanah pada bekas jalan sarad, membandingkan antara waktu yang diperlukan untuk pemulihan kepadatan tanah pada bekas jalan sarad di salah satu areal HPH di Indonesia dan di Jepang, serta mengetahui kepulihan bahan organik tanah. Selain hal tersebut penelitian dilakukan untuk mengetahui hubungan intensitas penyaradan terhadap pening-katan kepadatan dan porositas tanah.

METODOLOGI

Pengukuran kepadatan tanah dilakukan pada jalan sarad utama dan jalan sarad cabang dengan cara mengambil contoh tanah dengan tabung silinder. Pengukuran pemulihan kepadatan tanah dilakukan pada jalan sarad utama (intensitas penyaradan tinggi/jalan sarad dekat TPn) dan jalan sarad cabang (intensitas penyaradan rendah). Pengukuran pemulihan kepadatan tanah dilakukan pada jalan sarad yang telah ditinggalkan setelah 6 bulan, 1, 5 ,6 dan 9 tahun. Pengukuran pemulihan kandungan bahan organik tanah dilakukan pada jalan sarad 1,5,8,dan 12 tahun setelah kegiatan pemanenan kayu di hutan tropis wilayah kerja HPH PT. Siak Raya, Propinsi Riau, Indonesia (Siak Raya). Pengukuran pemulihan kepadatan dan bahan organik (karbon) tanah di areal hutan pendidikan dan penelitian Universitas Tokyo di Furano, Hokkaido (Hokkaido) dilakukan pada jalan sarad 1,5,8,dan 12 tahun setelah kegiatan pemanenan kayu.

Untuk mengetahui hubungan kepadatan tanah dan intensitas penyaradan kayu oleh traktor dilakukan pengukuran kepadatan tanah setelah *bulldozer* lewat jalan sarad di areah HPH PT. Siak Raya. Setiap pengambilan contoh tanah dilakukan pada permukaan tanah (0-5 cm) untuk masing-

masing keadaan diatas dengan 10 kali ulangan.

Kepadatan tanah dari *bulk density* diterjemahkan sebagai kerapatan limbak, kerapatan massa tanah (kering). Nilai kepadatan tanah dihitung dengan formula berikut :

Kerapatan massa tanah (basah) :

$$\rho_s = \frac{W_2 - W_1}{V}$$

dimana :

ρ_s = kerapatan massa tanah (basah) dalam (g/cm^3)
W_2 = berat tanah dan tabung silinder (g)
W_1 = berat tabung silinder (g)
V = volume tabung silinder(cm^3)
Kerapatan masaa tanah (kering):

$$\rho_d = \frac{\rho_s \times 100}{100 + w}$$

dimana :
ρ_d = kerapatan massa tanah (kering) (g/cm^3)
w = kadar air (%)
ρ_s = kerapatan massa tanah (basah) dalam (g/cm^3).
Porositas tanah :

$$P = \frac{Sg - \rho_d \times 100\%}{Sg}$$

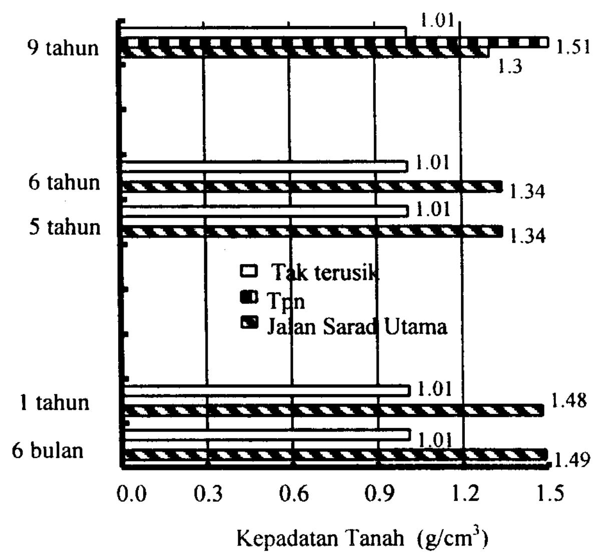
dimana :
P = porositas (%)
ρ_d = kerapatan massa tanah kering (g/cm^3)
Sg = berat jenis partikel tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis tanah di areal PT Siak Raya adalah jenis tanah ultisol (Hardjowigeno,1987) dengan persentase 59,8 % liat, 20,6% debu dan 19,6 % pasir, atau tanah tersebut bertekstur liat. Jenis tanah di areal hutan pendidikan dan penelitian Universitas Tokyo di Furano Hokkaido Jepang menurut klasifikasi tanah di Jepang adalah jenis tanah *brown forest soil* (Anonymous, 1983) dengan persentase 4,9 % liat, 35,1% debu dan 60 % pasir, atau tanah bertekstur lempung berpasir.

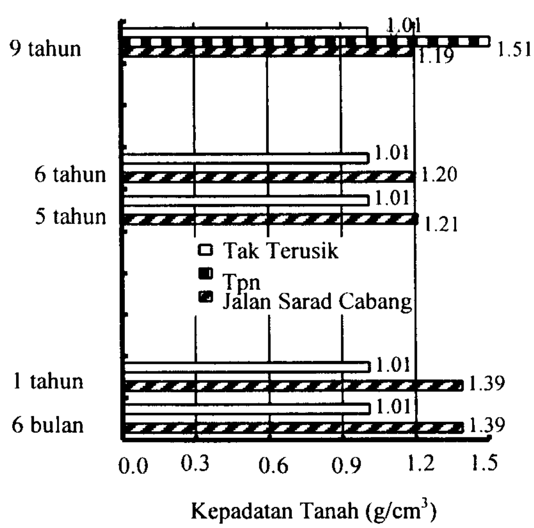
Traktor yang digunakan untuk penyaradan kayu di areal HPH PT Siak Raya Propinsi Riau adalah *bulldozer*/traktor berban ulat (*crawler*) *Caterpillar D7G* bertenaga 200 *horse power*(tenaga kuda) dengan berat beroperasi sekitar 18.360 kg dengan bidang kontak tapak standar terhadap permukaan tanah seluas 3,31 m^2, atau rata-rata beban per satuan luas pada permukaan tanah (*ground pressure*) sebesar 0,55 kg/cm^2 (Anonymous,1984). Penyaradan kayu di areal hutan Furano Hokkaido Jepang menggunakan *bulldozer* bertipe *crawler D40A Komatsu* bertenaga 103 tenaga kuda, berat beroperasi 12.450 kg dengan beban per satuan luas pada permukaan tanah sebesar 0.47 kg/cm^2 (Anonymous 1991).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan tanah pada jalan sarad utama di hutan tropis Indonesia (areal PT Siak Raya Propinsi Riau) setelah 9 tahun ditinggalkan (1,3 g/cm^3) tidak pulih ke kepadatan semua seperti kepadatan tanah tidak terusik (*undisturbed soil*, 1,01 g/cm^3). Kepadatan tanah di TPn lebih padat dari jalan sarad utama walaupun setelah 9 tahun ditinggalkan tanpa aktivitas pemanenan (Gambar 1). Hal yang sama terjadi pada jalan sarad cabang, dimana kepadatan tanah tidak pulih ke kepadatan semula setelah 9 tahun meski-pun ada kecenderungan nilai kepadatan tanahnya berkurang (Gambar 2).

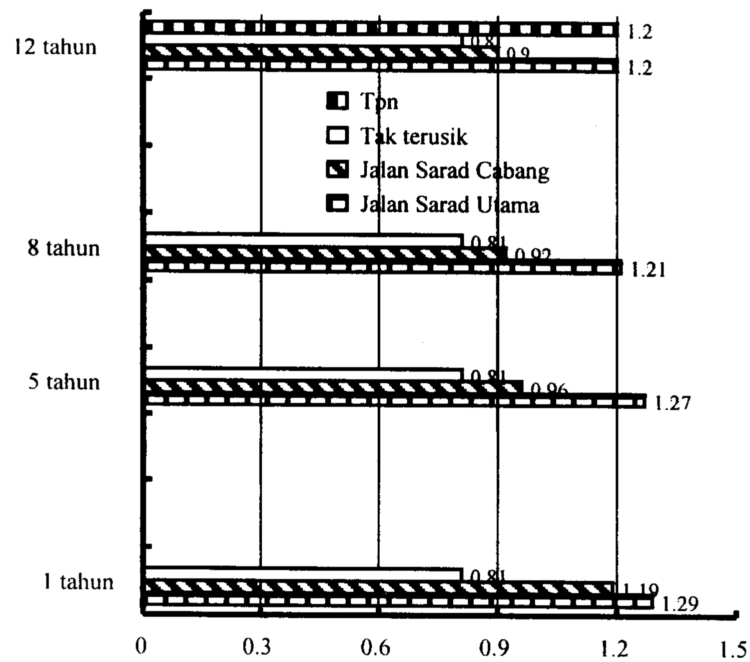


Gambar 1. Kepadatan tanah jalan sarad utama beberapa tahun setelah penyaradan di Siak Raya

Pemulihan kepadatan tanah di jalan sarad utama pada areal hutan Furano Hokkaido menunjukkan penurunan tingkat kepadatan dari 1,29 g/cm^3 (1 tahun setelah pemanenan) menjadi 1,20 g/cm^3 pada 12 tahun setelah pemanenan. Penurunan yang cukup berarti terjadi pada jalan sarad cabang dari tingkat kepadatan 1,19 g/cm^3 (1 tahun setelah pemanenan) menjadi 0,9 g/cm^3 (12 tahun setelah pemanenan), namun belum pulih ke kondisi semula seperti pada kepadatan tanah tidak terusik yaitu 0,8 g/cm^3(Gambar 3).

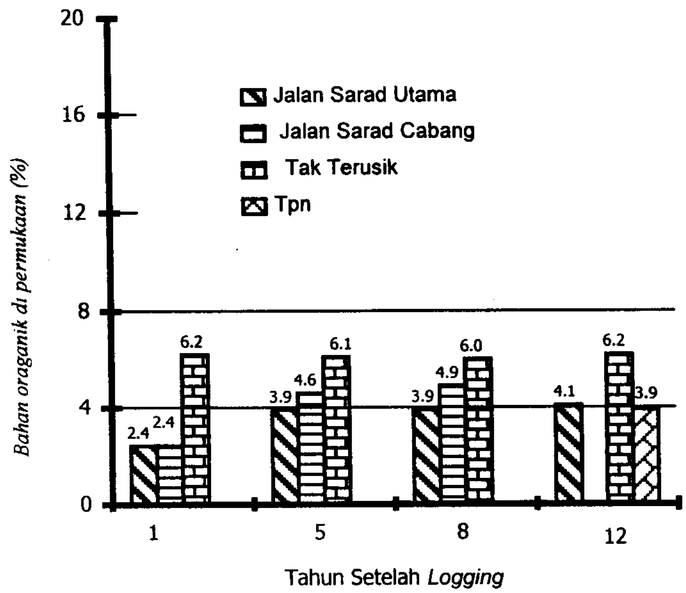


Gambar 2. Kepadatan tanah jalan sarad cabang dan Tpn beberapa tahun setelah penyaradan di Siak Raya.



Gambar 3. Kepadatan tanah jalan sarad utama, cabang dan Tpn beberapa tahun setelah penyaradan di areal hutan Hokkaido.

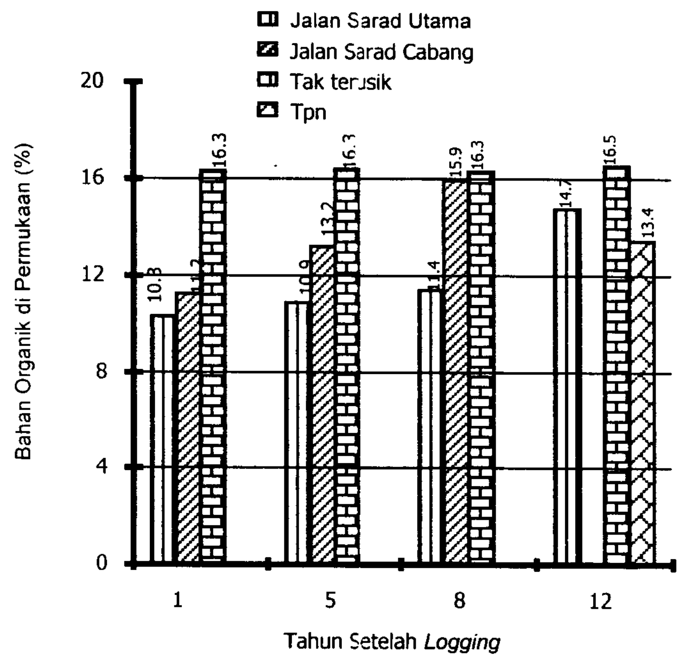
Bahan organik tanah di hutan Siak Raya pada jalan sarad utama maupun jalan sarad cabang cenderung meningkat setelah 12 tahun ditinggalkan tetapi tidak kembali kepada kondisi semula seperti pada kontrol /*undisturbed soil* (Gambar 4). Kandungan bahan organik tanah di Indonesia lebih sedikit (6%) pada tanah tidak terusik (Gambar 4) dibandingkan dengan kandungan bahan organik tanah di Hokkaido (16 %) pada Gambar 5. Bahan organik tahan di areal hutan Hokkaido cenderung meningkat di jalan sarad utama maupun jalan sarad cabang setelah ditinggalkan 12 tahun namun belum pulih sepenuhnya (Gambar 5). Berkurangnya kandungan bahan organik pada lapisan atas permukaan tanah di areal HPH di Indonesia karena umumnya HPH menggunakan traktor tipe *bulldozer* bertapak *crawler* dalam penyaradan kayu. Sistem kemudi *crawler* yang jika berbelok menggunakan mekanisme rem pada salah satu tapaknya menyebabkan lapisan atas tanah tergerus dan terkelupas. Lapisan tanah yang tergerus tersebut diperparah dengan tingginya curah hujan di Indonesia sehingga bahan organik terbawa limpasan air.



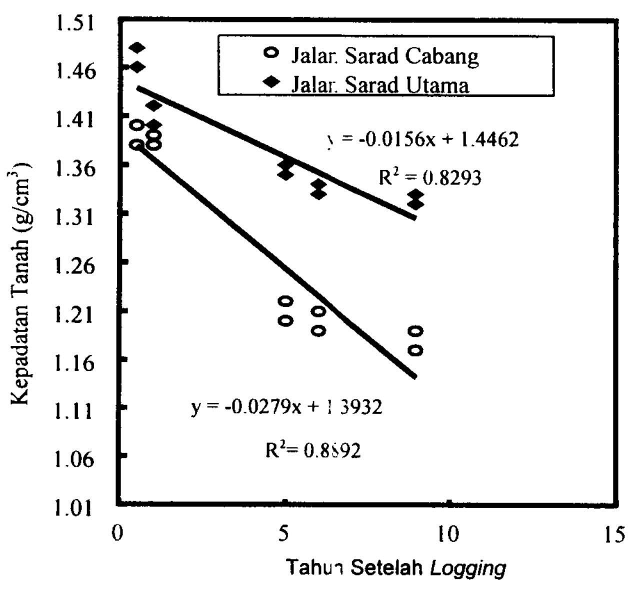
Gambar 4. Kandungan bahan organik tanah jalan sarad utama, cabang, dan Tpn beberapa tahun setelah penyaradan di areal Siak Raya.

Laju pemulihan kepadatan tanah pada regresi linier hubungan kepadatan tanah dan waktu pemulihannya dapat dilihat dalam Gambar 6 dan 7. Jalan sarad cabang di areal Siak Raya dan Hokkaido memerlukan waktu masing-masing 14 tahun dan 11 tahun, sedangkan jalan sarad utama memerlukan masing masing 28 dan 37 tahun untuk pulih ke kepadatan semula. Lama waktu yang diperlukan untuk pulih ke kepadatan semula untuk kedua kondisi hutan relatif sama. Hal ini diduga karena kondisi kepadatan tanah yang cukup tinggi setelah pemanenan, karena di kedua areal tersebut menggunakan *bulldozer* bertipe crawler dengan *ground pressure* yang cukup tinggi. Pemulihan kepadatan tanah tercepat yaitu 2 tahun setelah kegiatan pemanenan kayu ditemukan di Minnesota (Mace, 1971).

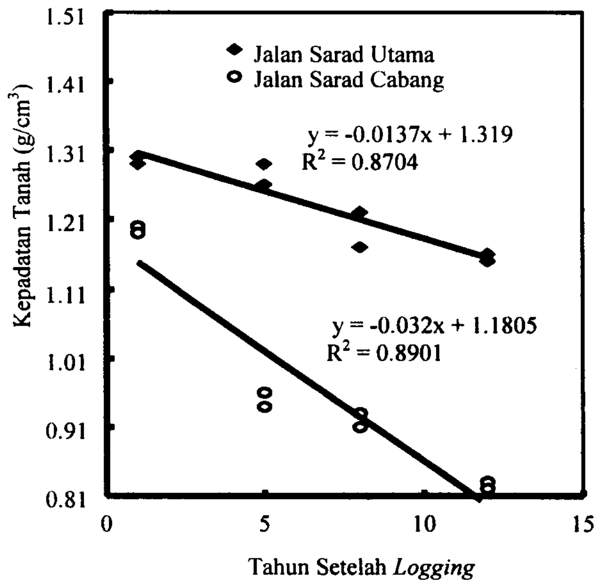
Peningkatan kepadatan tanah sejalan dengan peningkatan intensitas penyaradan kayu oleh *bulldozer*. Kepadatan tanah meningkat drastis pada 1,2 sampai 3 kali traktor melintas diatas permukaan tanah. Selanjutnya terjadi peningkatan kepadatan tanah yang relatif kecil dan mencapai maksimum setelah 5 kali *bulldozer* melintas diatas permukaan tanah hutan (Gambar 8). Penelitian Lenhard (1986) menunjukkan skidder yang melintas 32 kali menunjukkan kepadatan tanah maksimum setelah 5 kali skidder melintas diatas permukaan tanah., sedangkan penelitian Gayaso dan Iroume (1991) menunjukkan peningkatan kepadatan tanah yang nyata sampai 3 kali *bulldozer* melintas diatas permukaan tanah. Sedangkan menurut Jushoff (1991) umumnya sifat fisik tanah mencapai kepadatan maksimum setelah 1 atau 2 kali alat berat melintas. Peningkatan kepadatan tanah sampai mencapai maksimum sangat tergantung kepada tekstur tanah (persentase liat, debu dan pasir), kadar air serta beban persatuan luas pada tapak traktor yang kontak dengan permukaan tanah (Matangaran dan Kobayashi, 1999).



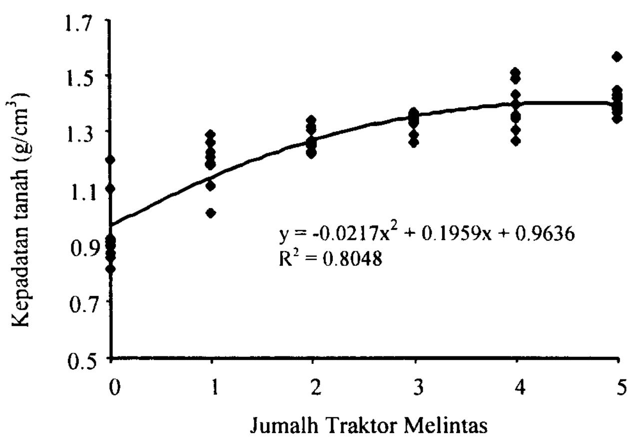
Gambar 5. Kandungan bahan organik tanah jalan sarad utama, cabang, dan Tpn beberapa tahun setelah penyaradan di areal hutan Hokkaido.



Gambar 6. Laju penurunan kepadatan tanah jalan sarad utama dan cabang beberapa tahun setelah penyaradan di areal Siak Raya.

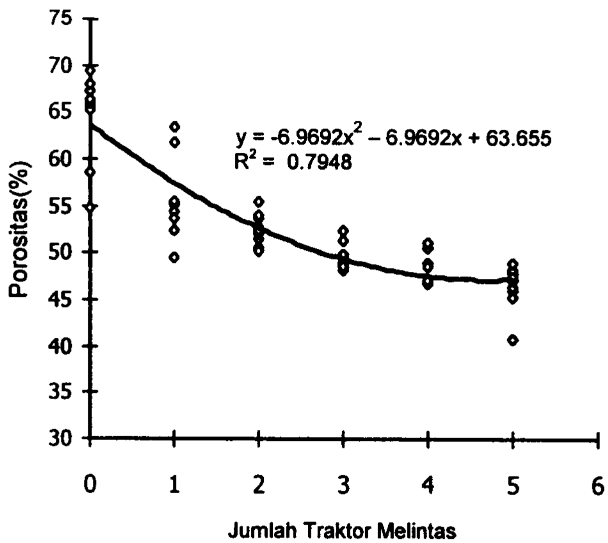


Gambar 7. Laju penurunan kepadatan tanah jalan sarad utama dan cabang beberapa tahun setelah penyaradan di areal hutan Hokkido.



Gambar 8. Peningkatan kepadatan tanah dan intensitas penyaradan kayu oleh *bulldozer* di areal Siak Raya.

Porositas tanah berkurang sejalan dengan meningkatnya kepadatan tanah (Gambar 9). Laju penurunan porositas tanah rata-ratal 5% dari porositas semula menunjukkan penurunan ruang pori yang penting bagi sifat fisik tanah terhadap pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Froehlich *et al.* (1986) menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kepadatan tanah pada jalan sarad sebesar 28 % mengakibatkan penurunan pertumbuhan tinggi, diameter dan volume *Pinus*



Gambar 9. Penurunan porositas tanah akibat intensitas penyaradan kayu di oleh *bulldozer* di areal Siak Raya.

ponderose berturut-turut sebesar 5%, 8 % dan 20%. Berkurangnya ruang pori, meningkatnya kepadatan tanah, hilangnya lapisan atas permukaan tanah yang banyak mengandung bahan organik menyebabkan pertumbuhan vegetasi hutan akan terganggu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kepadatan tanah meningkat sejalan dengan peningkatan intensitas penyaradan kayu oleh *bulldozer* dan mencapai maksimum setelah 5 kali *bulldozer* melintas diatas permukaan jalan sarad. Kepadatan tanah meningkat maka porositas tanah menurun.

Pemulihan kepadatan tanah pada jalan sarad utama memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 28 tahun di areal HPH PT Siak Raya Indonesia dan 37 tahun di Furano Hokkaido Jepang. Bahan organik tanah cenderung bertambah dengan lamanya waktu tetapi tidak pulih ke kondisi semula. Kandungan bahan organik tanah di Furano Hokkaido lebih tinggi dibandingkan di areal HPH PT Siak Raya Riau.

Penggunaan *bulldozer* bertipe *crawler* dengan *ground pressure* yang tinggi menyebabkan kerusakan permukaan tanah berupa terbukanya lapisan atas permukaan tanah, hilangnya kandungan bahan organik tanah, tingginya kepadatan tanah, berkurangnya porositas tanah yang pada akhirnya berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan regenerasi alami vegetasi hutan.

Perlunya penggunaan *bulldozer* bertipe *Low Ground Pressure* (LGP) dalam rangka mengurangi tingkat kepadatan tanah. *Bulldozer* tipe ini bertapak lebih luas dan lebih ringan beberapa ton dibandingkan dengan *bulldozer* yang umumnya banyak dioperasikan di hutan Indonesia saat ini.

Perlunya perancangan jalan sarad dengan cara mengatur dan membatasi jumlah lintasan *bulldozer* sehingga akan sangat membantu mengurangi dampak negatif penggunaan alat berat didalam operasi penyaradan kayu.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous, (1983). Forest Soil in Japan. Japan Forest Technical Association, Tokyo : 680 p.

Anonymous, (1984). Caterpillar Performance Handbook. Caterpillar Tractor Co. Peoria, Illinois : 195-211.

Anonymous, (1991). The Forestry Machine Specification. Forest Machinery Association, Japan: 146-147.

Froehlich, H.A. 1982. The Effect of Mechanical Operation on Soil Physical Properties and Forest Productivity. IUFRO Symposium on Forest Site and Continuous Productivity. Seattle, August: 22-28.

Froehlich, H.A., dan R.W. Robbins, (1983). The Influence of Soil Compaction on Young Tree Growth on the Yakima Indian Reservation. School of Forestry Oregon State University, Corvallis, Oregon:112-125.

Froehlich, H.A., D.R.W. Miles, dan R.W. Robbins, (1986). Growth of Young *Pinus ponderosa* and *Pinus concorta* on Compacted Soil in Central Washington (USA). Forest Ecology and Management 15(4):285-294.

Gayoso, J., dan A.Iroume, (1991). Compaction and Soil Disturbance from Logging in Southern Chile. Annales des Sciences Forestieres (Paris) 48(1):63-72.

Harverson, G.H., dan R.P.Zisa, (1982). Measuring the Response of Conifer Seedling to Soil Compaction Stress. USDA Forest Service Research Paper : 509.

Hardjowigeno, S. (1987). Ilmu Tanah. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta: 233p.

Heilman, P. 1981. Root Penetration of Douglas Fir Seedling into Compacted Soil. Journal of Forest Science (27):660-666.

Hill, R.L. dan R.M. Cruse, 1985. Tillage Effect on Bulk Density and Soil Strength of Two Mollisols. Soil Science Society of America Journal (49):1270-1273.

Jones, C.A. 1983. Effect of Soil Structure on Critical Bulk Density for Root Growth. Soil Science Society of America Journal (47):1208-1211.

Jushoff, K. (1991). Effect of Tracked and Rubber-Tyred Logging Machines on Soil Physical Properties of the Berkelah Forest Reserve, Malaysia. Pertanika 14 (3):265-276.

Lenhard, R.J., (1986). Change in Void Distribution and Volume During Compaction of a Forest Soil. Soil Science Society of America Journal (50):462-464.

Lutz, J.H. dan R.F.Chander. 1965. Forest Soil. John Wiley and Sons, New York.

Mace, A.C., (1971). Recovery Soil from Soil Compaction by Rubber Tired Skidders. Minnesota Forestry Research Notes No. 226.

Matangaran, J.R. dan H. Kobayashi, (1999). The Effect of Tractor Logging on Forest Soil Compaction and Growth of *Shorea selanica* Seedlings in Indonesia. Journal of Forest Research (4):13-15.