

**PENENTUAN UKURAN OPTIMAL PETAK UKUR PERMANEN
UNTUK HUTAN TANAMAN JATI (*Tectona grandis* Linn. f)
(Determining Optimum Size of Permanent Sample Plot for Teak (*Tectona grandis*
Linn. f. Plantation Forest)*)**

Oleh/By:

Harbagung¹ dan/and Rinaldi Imanuddin²

¹Pusat Litbang Hutan Tanaman

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 331; Telp. 0251-8631238; Fax 0251-7520005 Bogor 16610

Email: harb_agung@yahoo.com

²Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax 0251-8638111 Bogor

*)Diterima : 23 Pebruari 2009; Disetujui : 05 Mei 2009

klasifikasi

ABSTRACT

*Permanent Sample Plot (PSP) is a useful tool to collect and monitor stand growth and yield data. This study was aimed to determine the optimum size of PSP, i.e. the smallest size of PSP which could represent the variability of stand parameters, for teak (*Tectona grandis* Linn. f) plantation forest. The 110-year old of teak stands were used as material for this study. The main consideration was that the appropriate size of PSP for old stands must be able to cover the variability of young stand structure, but not in reverse. For this purpose, stand data were collected from three sample plots of 120 m x 120 m each in size. The plots were established in Kendal Forest District, Perum Perhutani Unit I Central Java. The results showed that the optimum size of PSP for monitoring the dynamic of the number of trees periodically was 90 m x 90 m. The center part of the PSP, sized 40 m x 40 m, was optimal for monitoring the growths of diameter and stand height. These results could be implemented for each age class of teak plantation forests.*

Keywords: Tectona grandis Linn. f, plantation forest, permanent sample plot, PSP

ABSTRAK

Petak Ukur Permanen (PUP) merupakan sarana untuk pemantauan dan pengumpulan data pertumbuhan dan hasil tegakan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran optimal PUP hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn. f.) sebagai ukuran PUP terkecil yang dapat mewakili keragaman semua parameter tegakan. Sebagai obyek penelitian adalah tegakan jati tua berumur ± 110 tahun. Dasar pertimbangannya adalah ukuran PUP yang cocok untuk tegakan tua pasti bisa menampung keragaman struktur tegakan muda, tetapi belum tentu sebaliknya. Pengumpulan data tegakan dilakukan pada tiga bidang areal sampel berukuran 120 m x 120 m di areal kerja Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Kendal, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran PUP optimal hutan tanaman jati untuk pemantauan dinamika jumlah pohon dari waktu ke waktu adalah 90 m x 90 m. Petak inti ukuran 60 m x 60 m yang berada di tengahnya adalah optimal untuk pemantauan riap diameter dan tinggi tegakan. Ukuran PUP optimal tersebut dapat diterapkan pada berbagai kelas umur pada hutan tanaman jati.

Kata kunci: Jati, hutan tanaman, petak ukur permanen, PUP

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya hutan yang berkelanjutan identik dengan pengelolaan hutan yang terencana, di mana pengelolannya mengarah kepada pemanfaatan secara rasional, optimal, sesuai daya dukung, serta tidak hanya berorientasi kepa-

da pemanfaatan masa kini, tetapi juga untuk menjamin kelangsungannya di masa depan. Untuk menghasilkan rencana pengelolaan yang demikian, diperlukan ketersediaan beragam data dan informasi tentang kondisi tegakan, serta data riap atau pertumbuhan tegakan. Data dan informasi tersebut mutlak harus tersedia ka-

rena merupakan dasar utama penentuan strategi pengelolaan, yang antara lain meliputi panjang daur atau rotasi tebang, jarak tebang tahunan, serta perlakuan-perlakuan manajemen yang sesuai dan perlu, dalam upaya memaksimalkan manfaat yang diperoleh tanpa mengesampingkan azas kelestarian sumberdaya.

Penerapan pengelolaan hutan alam produksi lestari (PHAPL) kini sudah menjadi keharusan, tidak hanya untuk kepentingan domestik namun juga berkaitan dengan tuntutan-tuntutan global (*eco-labelling*) yang memiliki implikasi ekonomi, sosial, dan politis. Penerapan PHAPL di Indonesia hingga saat ini harus diakui masih belum dilaksanakan dengan baik. Salah satu penyebab mendasar adalah terbatasnya ketersediaan perangkat dan informasi yang diperlukan untuk perencanaan PHAPL, baik pada *level* mikro maupun makro, sementara pemanfaatan hutan berlangsung dengan cepat. Mengingat pentingnya informasi riap tegakan sebagai dasar penyusunan rencana pengelolaan hutan secara lestari, Menteri Kehutanan telah mengeluarkan Keputusan Nomor 237/Kpts-II/95 yang mewajibkan setiap unit perusahaan hutan produksi (termasuk pengelola hutan tanaman) untuk membangun dan melakukan pengukuran secara periodik Petak Ukur Permanen (PUP) guna pemantauan riap tegakan di areal pengusaannya.

PUP merupakan sarana penting dalam pengumpulan data lapangan untuk mengetahui riap diameter dan volume serta dinamika struktur tegakan (Priyadi *et al.*, 2006), dan data pertumbuhan yang dikumpulkan melalui pengukuran berulang (*time series*) PUP merupakan deret pertumbuhan nyata (Alder, 1980). Vanclay (1994) mengemukakan bahwa data riap tegakan dapat dikumpulkan melalui kegiatan inventarisasi tegakan meliputi inventarisasi statis (*static inventory*) dan inventarisasi dinamis (*dynamic inventory*). Inventarisasi statis ditujukan untuk mengetahui potensi tegakan pada suatu waktu tertentu dilakukan dengan menggunakan

petak ukur temporer (PUT), sedangkan inventarisasi dinamis yang ditujukan untuk mengumpulkan informasi pertumbuhan tegakan dilakukan dengan pembuatan dan pengukuran PUP.

Pohon-pohon dalam PUP adalah contoh dari tegakan yang diwakilinya, sehingga ukuran PUP sangat berperan terhadap representatif-tidaknya PUP tersebut mencerminkan kondisi tegakan dalam areal yang luas. Dalam hal ini ukuran PUP yang dibuat berperan dalam efisiensi waktu, biaya, dan tenaga yang diperlukan untuk pembuatan dan pengukurannya. Semakin besar ukuran, maka PUP akan semakin mampu menampung keragaman parameter tegakan yang diwakilinya, namun semakin besar waktu dan tenaga yang diperlukan untuk pembuatan dan pengukurannya. Oleh karena itu perlu ukuran PUP tertentu yang optimal untuk mendapatkan ketelitian tertinggi pada tingkat pengorbanan tertentu atau memerlukan pengorbanan minimal pada tingkat ketelitian tertentu yang dikehendaki. Sehubungan dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran optimal PUP hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn. f), dalam arti ukuran PUP terkecil yang mampu menampung keragaman semua parameter kondisi tegakan.

II. KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada tegakan hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn. f) di Petak Tanaman 35a dan 36a yang berada di areal kerja Resort Polisi Hutan (RPH) Subah, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Subah, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Kendal, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. Berdasarkan administrasi pemerintahan, lokasi penelitian berada dalam wilayah Desa Subah dan Desa Adisono, Kecamatan Subah, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah.

Secara geografis, petak tanaman yang dijadikan lokasi penelitian terletak antara

06°18'21,2"-06°58'17,9" Lintang Selatan dan 109°51,9'1,8"-109°51,9'9,1" Bujur Timur. Lokasi tersebut berada pada ketinggian 200-250 m dpl., dengan topografi bergelombang (lereng bervariasi 0-30%). Tanah di wilayah BKPH Subah termasuk jenis latosol, pada umumnya bertekstur sedang hingga liat dengan struktur remah hingga bergumpal. Rata-rata curah hujan tahunan 1.942 mm termasuk tipe C dengan nilai Q = 46,3%. Suhu rata-rata harian 26°C (Anonim, 1997).

III. METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Masalah

Istilah "permanen" dalam rangkaian kata "Petak Ukur Permanen" (PUP) mengandung arti bahwa petak ukur tersebut bersifat tetap, diukur periodik terus menerus sejak PUP dibuat dan ditetapkan sampai tegakan di dalamnya mencapai umur tua atau daur.

Kondisi tegakan berumur tua merupakan "restriksi" utama yang harus dipertimbangkan dalam pelaksanaan penelitian, karena dari tegakan muda menuju tegakan tua pada suatu tegakan hutan tanaman akan mengalami serangkaian proses yaitu adanya kematian dan atau karena perlakuan penjarangan sehingga jumlah pohon semakin sedikit. Oleh karena itu, ukuran PUP yang cocok untuk tegakan tua pasti bisa menampung keragaman struktur tegakan muda, tetapi sebaliknya ukuran PUP yang cocok untuk tegakan muda belum tentu cocok setelah tegakan di dalamnya menjadi tua. Berdasar fenomena tersebut, maka analisis ukuran terkecil dalam pembuatan PUP cukup dibatasi hanya pada tegakan tua sebagai obyek kajian.

B. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan sebagai obyek dalam penelitian ini adalah tegakan hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn. f) yang berada di Petak Tanaman 35a dan

36a, RPH Subah, BKPH Subah, KPH Kendal, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. Sehubungan dengan pendekatan masalah di atas, maka tegakan jati yang dijadikan obyek penelitian merupakan tegakan tua yang ditanam pada tahun 1898 (umur tegakan \pm 110 tahun).

C. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan membuat tiga bidang areal sampel berukuran 120 m x 120 m. Letak areal sampel dipilih secara sengaja (*purposive*) dengan memilih lokasi yang sebaran pohonnya merata (semaksimal mungkin menutup seluruh areal 120 m x 120 m), dan lereng lapangan tidak terlalu berat (sedatar mungkin).

Semua pohon di dalam areal sampel dipetakan letaknya, serta diukur keliling batang setinggi dada (1,30 m di atas tanah) dan tingginya (sampai pucuk). Data letak pohon diukur dengan sistem sumbu salib, dengan pengukuran jarak datar dari sumbu batang pohon terhadap dua garis batas areal yang ditetapkan sebagai sumbu-x dan sumbu-y. Pengukuran letak pohon menggunakan meteran jarak, sedangkan keliling batang diukur dengan pita keliling (*meat-band*), dan pengukuran tinggi pohon menggunakan *hagameter*.

Kegiatan inventarisasi pada berbagai ukuran atau luas PUP hutan tanaman biasanya mencakup data umur tegakan, diameter dan tinggi setiap pohon, dan melalui perhitungan dan penjabaran sederhana dapat diperoleh informasi mengenai gambaran kondisi tegakan yang diwakili oleh PUP yang bersangkutan, meliputi jumlah pohon tiap hektar, diameter tegakan, luas bidang dasar tiap hektar, volume tegakan, tinggi tegakan, dan peninggi.

Penjabaran untuk memperoleh semua informasi parameter tersebut secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Data jumlah pohon dalam PUP dan luas PUP dapat menginformasikan jumlah pohon tiap hektar.

2. Data diameter setiap pohon dan jumlah pohon dalam PUP menginformasikan diameter tegakan.
3. Data diameter setiap pohon menginformasikan luas bidang dasar dalam PUP, dan dengan faktor penimbang luas PUP dapat diperoleh informasi luas bidang dasar tiap hektar.
4. Data diameter dan tinggi setiap pohon menginformasikan volume tegakan dalam PUP, dan dengan faktor penimbang luas PUP dapat diperoleh informasi volume tegakan tiap hektar.
5. Data tinggi setiap pohon dan jumlah pohon dalam PUP menginformasikan tinggi tegakan.
6. Data tinggi setiap pohon menginformasikan peninggi tegakan yang dapat digunakan sebagai indikator kualitas tapak.

Informasi lain yang dapat diperoleh dari pengukuran PUP adalah gambaran struktur tegakan yang biasanya digambarkan dalam bentuk sebaran jumlah pohon menurut kelas diameter seperti bentuk Tabel 1.

Dalam Tabel 1 tampak bahwa susunan jumlah pohon menurut kelas diameter dapat "dikunci" dengan peubah-*N* bersama peubah-*B*; atau dengan kata lain apabila dua populasi suatu jenis tegakan dalam luas areal yang sama mempunyai *N* dan *B* yang sama, maka kemungkinan besar sebaran diameter kedua tegakan tersebut adalah sama.

Didasarkan semua uraian di muka, maka dalam penelitian ini parameter-parameter jumlah pohon tiap hektar (*N/ha*), diameter tegakan (*Ds*), tinggi tegakan (*Hs*), dan luas bidang dasar tegakan tiap hektar (*B/ha*) digunakan sebagai "parameter kunci". Dengan kata lain, mengingat bahwa tujuan penelitian ini adalah mencari petak ukur (selanjutnya dinotasikan "plot") berukuran terkecil, maka:

1. Hasil penjabaran jumlah pohon dalam plot ke luas areal 1 ha harus sama dengan jumlah pohon dalam areal standar 1 ha ($N/ha_{plot} = N/ha_{std}$).
2. Diameter tegakan dalam plot harus sama dengan diameter tegakan dalam areal standar 1 ha ($Ds_{plot} = Ds_{std}$).
3. Tinggi tegakan dalam plot harus sama dengan tinggi tegakan dalam areal standar 1 ha ($Hs_{plot} = Hs_{std}$).
4. Hasil penjabaran luas bidang dasar dalam plot ke luas areal 1 ha harus sama dengan bidang dasar dalam areal standar 1 ha ($B/ha_{plot} = B/ha_{std}$).

D. Analisis Data

1. Pohon-pohon dalam Areal Standar

Berdasarkan peta letak pohon, pada masing-masing areal sampel 120 m x 120 m dibuat 9 areal standar 100 m x 100 m dengan koordinat titik pusat dan koordinat letak pohon yang terca-kup di dalamnya dirinci dalam Lampiran 1.

Tabel (Table) 1. Contoh bentuk tabel sebaran diameter tegakan (*The example of stand diameter distribution table*)

| Kelas diameter (Diameter class) | Nilai tengah (Midpoint) | Jumlah pohon (Number of trees) | Luas bidang dasar (Basal area) [*] |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| - | d_1 | n_1 | $n_1 \cdot \pi / 40000 \cdot d_1^2$ |
| - | d_2 | n_2 | $n_2 \cdot \pi / 40000 \cdot d_2^2$ |
| - | d_3 | n_3 | $n_3 \cdot \pi / 40000 \cdot d_3^2$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| - | d_j | n_j | $n_j \cdot \pi / 40000 \cdot d_j^2$ |
| Jumlah (Total) | | <i>N</i> | <i>B</i> |

Keterangan (Remarks):

Luas bidang dasar tiap pohon (*basal area per tree*) = $\pi (\frac{1}{2} d)^2 \text{ cm}^2 = \frac{1}{4} \pi d^2 (\frac{1}{100})^2 \text{ m}^2 = \pi / 40000 d^2 \text{ m}^2$.

2. Pohon-pohon dalam Plot

Pada tiap areal standar dianalisis 7 ukuran plot bujur sangkar dengan letak titik pusat berimpit dengan titik pusat areal standar. Kedelapan ukuran plot tersebut adalah 90 m x 90 m, 80 m x 80 m, 70 m x 70 m, 60 m x 60 m, 50 m x 50 m, 40 m x 40 m, dan 30 m x 30 m. Rincian koordinat letak pohon yang tercakup dalam masing-masing plot dapat dilihat pada Lampiran 2.

3. Jumlah Pohon Tiap Hektar

Jumlah pohon dalam areal standar adalah hasil pencacahan individu pohon yang tercakup di dalam areal standar yang bersangkutan. Dalam penelitian ini jumlah pohon dalam areal standar ditempatkan sebagai jumlah pohon aktual dan dinotasikan dengan N/ha_{std} .

Jumlah pohon dalam plot adalah hasil pencacahan individu pohon yang letaknya berada di dalam plot yang bersangkutan. Dugaan jumlah pohon tiap hektar merupakan hasil bagi jumlah pohon dalam plot dengan luas plot.

$$N / ha_{plot} = \frac{n_{plot}}{W} \dots\dots\dots 1$$

- dimana:
- N/ha_{plot} : dugaan jumlah pohon tiap hektar berdasar jumlah pohon dalam plot (*estimated number of trees per hectare based on number of trees in the plot*)
 - n_{plot} : jumlah pohon dalam plot (*number of trees in the plot*)
 - W : luas plot (dalam satuan hektar) (*plot area in hectare*)

4. Diameter Tegakan

Diameter batang masing-masing pohon diperoleh dari hasil penjabaran keliling batang ($D = Keliling/\pi$). Selanjutnya, mengingat Avery dan Burkhart (2002) serta Husch *et al.* (2003) menyatakan bahwa diameter tegakan adalah nilai rata-rata diameter semua pohon, maka diameter tegakan aktual, yaitu diameter tegakan dalam areal standar, dihitung dengan Persamaan 2; dan dugaan diameter tegakan, yaitu diameter tegakan berdasar diameter

pohon-pohon di dalam plot, dihitung dengan Persamaan 3.

$$Ds_{std} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{std}} D_i}{n_{std}} \dots\dots\dots 2$$

$$Ds_{plot} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{plot}} D_j}{n_{plot}} \dots\dots\dots 3$$

- dimana:
- Ds_{std} : diameter tegakan aktual berdasar diameter pohon-pohon di dalam areal standar (*actual stand diameter based on tree diameter in the standard area*)
 - Ds_{plot} : dugaan diameter tegakan berdasar diameter pohon-pohon di dalam plot (*estimated stand diameter based on tree diameter in the plot*)
 - D_i : diameter pohon-pohon di dalam areal standar (*tree diameter in the standard area*)
 - D_j : diameter pohon-pohon di dalam plot (*tree diameter in the plot*)
 - $i = 1, 2, 3, \dots\dots\dots, n_{std}$
 - $j = 1, 2, 3, \dots\dots\dots, n_{plot}$
 - n_{std} : jumlah pohon dalam areal standar (*number of trees in the standard area*)
 - n_{plot} : jumlah pohon dalam plot (*number of trees in the plot*)

5. Tinggi Tegakan

Avery dan Burkhart (2002) serta Husch *et al.* (2003) menyatakan bahwa tinggi tegakan adalah nilai rata-rata dari tinggi semua pohon, sehingga tinggi tegakan aktual, yaitu tinggi tegakan dalam areal standar, dihitung dengan Persamaan 4; dan dugaan tinggi tegakan, yaitu tinggi tegakan berdasar tinggi pohon-pohon di dalam plot, dihitung dengan Persamaan 5.

$$Hs_{std} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{std}} H_i}{n_{std}} \dots\dots\dots 4$$

$$Hs_{plot} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{plot}} H_j}{n_{plot}} \dots\dots\dots 5$$

- dimana:
- Hs_{std} : tinggi tegakan aktual berdasar tinggi pohon-pohon di dalam areal standar (*actual stand height based on tree height in the standard area*)

$H_{s_{plot}}$: dugaan tinggi tegakan berdasar tinggi pohon-pohon di dalam plot (*estimated stand height based on tree height in the plot*)

H_i : tinggi pohon-pohon di dalam areal standar (*tree height in the standard area*)

H_j : tinggi pohon-pohon di dalam plot (*tree height in the plot*)

$i = 1, 2, 3, \dots, n_{std}$

$j = 1, 2, 3, \dots, n_{plot}$

n_{std} : jumlah pohon dalam areal standar (*number of trees in the standard area*)

n_{plot} : jumlah pohon dalam plot (*number of trees in the plot*)

6. Luas Bidang Dasar Tegakan Tiap Hektar

Luas bidang dasar tegakan adalah jumlah luas bidang dasar semua pohon, sehingga luas bidang dasar aktual, yaitu luas bidang dasar dalam areal standar, dihitung dengan Persamaan 6; dan dugaan luas bidang dasar, yaitu luas bidang dasar berdasar luas bidang dasar pohon-pohon di dalam plot, dihitung dengan Persamaan 7.

$$B / ha_{std} = \frac{\pi}{40000} \sum_{i=1}^{n_{std}} D_i^2 \dots\dots\dots 6$$

$$B / ha_{plot} = \frac{\pi}{40000} \frac{\sum_{j=1}^{n_{plot}} D_j^2}{W} \dots\dots\dots 7$$

dimana:

B/ha_{std} : luas bidang dasar aktual berdasar luas bidang dasar pohon-pohon di dalam areal standar (*actual basal area per hectare based on basal area of trees in the standard area*)

B/ha_{plot} : dugaan luas bidang dasar berdasar luas bidang dasar pohon-pohon di dalam plot dan luas plot (*estimated basal area per hectare based on basal area of trees in the plot*)

D_i : diameter pohon-pohon di dalam areal standar (*tree diameter in the standard area*)

D_j : diameter pohon-pohon di dalam plot (*tree diameter in the plot*)

$i = 1, 2, 3, \dots, n_{std}$

$j = 1, 2, 3, \dots, n_{plot}$

n_{std} : jumlah pohon dalam areal standar (*number of trees in the standard area*)

n_{plot} : jumlah pohon dalam plot (*number of trees in the plot*)

W : luas plot dalam satuan hektar (*plot area in hectare*)

7. Uji Kesamaan Tegakan Plot vs Areal Standar

Uji keseragaman parameter tegakan di dalam plot dibandingkan dengan tegakan di dalam areal standar dilakukan dengan menghitung nilai khi-kuadrat (*chi-square*) menggunakan rumus yang disarankan Steel dan Torrie (1980), Sokal dan Rohlf (1995), serta Kutner *et al.* (2005).

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^9 \frac{(Y_{std} - Y_{plot})^2}{Y_{plot}} \dots\dots\dots 8$$

dimana:

χ^2 : khi-kuadrat (*chi-square*)

Y_{std} : parameter tegakan aktual dalam areal standar (*actual stand parameters in the standard area*) (N/ha_{std} ; DS_{std} ; HS_{std} ; B/ha_{std})

Y_{plot} : dugaan parameter tegakan, dihitung berdasar data pohon-pohon di dalam plot (*estimated stand parameters based on tree data in the plot*) (N/ha_{plot} ; DS_{plot} ; HS_{plot} ; B/ha_{plot})

9 : jumlah areal standar pada tiap areal sampel 120 m x 120 m (*number of standard areas in each sample area of 120 m x 120 m*)

$k = 1, 2, 3, \dots, 9$.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Parameter Jumlah Pohon per Hektar (N/ha)

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai χ^2 dari uji keseragaman N/ha_{plot} dibandingkan N/ha_{std} serta interpretasi nilai-nilai χ^2 tersebut ke dalam bahasa yang lebih komunikatif agar lebih mudah pembacaannya, disajikan dalam Tabel 2.

2. Parameter Diameter Tegakan (DS)

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai χ^2 dari uji keseragaman DS_{plot} dibandingkan DS_{std} serta hasil interpretasinya disajikan dalam Tabel 3.

3. Parameter Tinggi Tegakan (HS)

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai χ^2 dari uji keseragaman HS_{plot} dibandingkan HS_{std} dan hasil interpretasinya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel (Table) 2. Nilai χ^2 hasil uji keseragaman jumlah pohon tiap hektar dalam plot dibandingkan dengan jumlah pohon dalam areal standar 100 m x 100 m (χ^2 -values of the homogeneity test for the number of trees per hectare in the plots compared with the number of trees in the standard areas of 100 m x 100 m)

| Ukuran plot (Plot size) | Areal contoh (Sample area) 120 m x 120 m | | | | | |
|----------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Nilai χ^2 (χ^2 value) | | | Interpretasi (Interpretation) | | |
| | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) |
| 90 m x 90 m | 2,54 | 1,73 | 1,66 | tbn | tbn | tbn |
| 80 m x 80 m | 2,70 | 2,37 | 6,56 | tbn | tbn | bn |
| 70 m x 70 m | 12,31 | 18,20 | 16,12 | bn | bn | bn |
| 60 m x 60 m | 54,18 | 80,74 | 43,41 | bn | bn | bn |
| 50 m x 50 m | 159,27 | 207,29 | 112,28 | bn | bn | bn |
| 40 m x 40 m | 399,23 | 523,52 | 299,26 | bn | bn | bn |
| 30 m x 30 m | 1.014,79 | 1.315,66 | 944,18 | bn | bn | bn |

Keterangan (Remarks):

$\chi^2_{(0,95;8)} = 2,73$; tbn = tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (not significantly different at 95% confidence level); bn = berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (significantly different at 95% confidence level)

Tabel (Table) 3. Nilai χ^2 hasil uji keseragaman diameter tegakan dalam plot dibandingkan dengan diameter tegakan dalam areal standar 100 m x 100 m (χ^2 -values of the homogeneity test for the stand diameter in the plots compared with the stand diameter in the standard areas of 100 m x 100 m)

| Ukuran plot (Plot size) | Areal contoh (Sample area) 120 m x 120 m | | | | | |
|----------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Nilai χ^2 (χ^2 value) | | | Interpretasi (Interpretation) | | |
| | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) |
| 90 m x 90 m | 0,16 | 0,03 | 0,11 | tbn | tbn | tbn |
| 80 m x 80 m | 0,88 | 0,39 | 0,78 | tbn | tbn | tbn |
| 70 m x 70 m | 1,67 | 1,46 | 1,33 | tbn | tbn | tbn |
| 60 m x 60 m | 2,73 | 2,70 | 1,68 | tbn | tbn | tbn |
| 50 m x 50 m | 15,11 | 9,49 | 2,58 | bn | bn | tbn |
| 40 m x 40 m | 40,97 | 22,12 | 10,01 | bn | bn | bn |
| 30 m x 30 m | 73,47 | 62,08 | 34,26 | bn | bn | bn |

Keterangan (Remarks):

$\chi^2_{(0,95;8)} = 2,73$; tbn = tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (not significantly different at 95% confidence level); bn = berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (significantly different at 95% confidence level)

Tabel (Table) 4. Nilai χ^2 hasil uji keseragaman tinggi tegakan dalam plot dibandingkan dengan tinggi tegakan dalam areal standar 100 m x 100 m (χ^2 -values of the homogeneity test for the stand height in the plots compared with the stand height in the standard areas of 100 m x 100 m)

| Ukuran plot (Plot size) | Areal contoh (Sample area) 120 m x 120 m | | | | | |
|----------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Nilai χ^2 (χ^2 value) | | | Interpretasi (Interpretation) | | |
| | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) |
| 90 m x 90 m | 0,00 | 0,00 | 0,00 | tbn | tbn | tbn |
| 80 m x 80 m | 0,03 | 0,02 | 0,02 | tbn | tbn | tbn |
| 70 m x 70 m | 0,08 | 0,05 | 0,11 | tbn | tbn | tbn |
| 60 m x 60 m | 0,26 | 0,11 | 0,23 | tbn | tbn | tbn |
| 50 m x 50 m | 0,60 | 0,26 | 0,42 | tbn | tbn | tbn |
| 40 m x 40 m | 1,16 | 0,49 | 0,85 | tbn | tbn | tbn |
| 30 m x 30 m | 1,89 | 1,22 | 2,03 | tbn | tbn | tbn |

Keterangan (Remarks):

$\chi^2_{(0,95;8)} = 2,73$; tbn = tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (not significantly different at 95% confidence level)

Tabel (Table) 5. Nilai χ^2 hasil uji keseragaman luas bidang dasar tiap hektar dalam plot dibandingkan dengan luas bidang dasar dalam areal standar 100 m x 100 m (χ^2 -values of the homogeneity test for the basal area per hectare in the plots compared with the basal area in the standard areas of 100 m x 100 m)

| Ukuran plot (Plot size) | Areal contoh (Sample area) 120 m x 120 m | | | | | |
|----------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Nilai χ^2 (χ^2 value) | | | Interpretasi (Interpretation) | | |
| | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) | ke-1 (1 st) | ke-2 (2 nd) | ke-3 (3 th) |
| 90 m x 90 m | 1,41 | 0,77 | 0,80 | tbn | tbn | tbn |
| 80 m x 80 m | 1,46 | 1,71 | 1,47 | tbn | tbn | tbn |
| 70 m x 70 m | 1,83 | 2,48 | 1,86 | tbn | tbn | tbn |
| 60 m x 60 m | 1,98 | 2,71 | 2,60 | tbn | tbn | tbn |
| 50 m x 50 m | 4,80 | 8,11 | 6,18 | bn | bn | bn |
| 40 m x 40 m | 16,74 | 24,89 | 19,00 | bn | bn | bn |
| 30 m x 30 m | 50,55 | 67,51 | 63,42 | bn | bn | bn |

Keterangan (Remarks):

$\chi^2_{(0,95;8)} = 2,73$; tbn = tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (not significantly different at 95% confidence level); bn = berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% (significantly different at 95% confidence level)

4. Parameter Luas Bidang Dasar Tegakan Tiap Hektar (B/ha)

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai χ^2 dari uji keseragaman B/ha_{plot} dibandingkan B/ha_{std} serta hasil interpretasinya disajikan dalam Tabel 5.

B. Pembahasan

Dalam kegiatan pengukuran PUP, pengukuran diameter dan tinggi pohon-pohon di dalam PUP merupakan pekerjaan yang menuntut tenaga dan waktu cukup besar; bahkan pengukuran tinggi pohon merupakan pekerjaan yang paling menuntut tenaga dan waktu. Colbert *et al.* (2002) menyebutkan bahwa bagaimanapun pengukuran tinggi pohon merupakan pekerjaan yang relatif sulit dan membutuhkan biaya relatif besar karena membutuhkan waktu relatif lama, mudah terjadi kesalahan pengukuran, dan hambatan visual akibat rapatnya penutupan tajuk.

Dari hasil uji keseragaman kondisi tegakan dalam Tabel 2 sampai dengan Tabel 5 diperoleh informasi bahwa masing-masing parameter tegakan mempunyai tingkat kepekaan yang berbeda terhadap ukuran plot. Dengan asumsi bahwa plot sebagai wakil atau sampel dari areal hutan seluas 1 ha, maka tinggi tegakan merupakan parameter yang paling tidak peka

terhadap perubahan ukuran plot. Dalam Tabel 4 terlihat bahwa pada semua ukuran plot, nilai rata-rata tinggi pohon di dalam plot tidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata tinggi pohon di dalam areal seluas 1 ha. Dengan kata lain, untuk mengetahui tinggi tegakan hutan tanaman jati berumur lebih dari 100 tahun seluas 1 ha tidak perlu melakukan pengukuran seluruh pohon pada areal tersebut, melainkan dapat diwakili dengan pengukuran tinggi pohon pada areal seluas 900 m² (30 m x 30 m).

Diameter tegakan merupakan parameter tegakan yang menempati urutan kedua tingkat ketidak-pekaannya terhadap ukuran plot. Dalam Tabel 3 terlihat bahwa apabila dilakukan pengukuran diameter pohon jati dengan plot berukuran 50 m x 50 m masih terdapat peluang nilai diameter tegakan yang diperoleh tidak sama diameter tegakan dari areal seluas 1 ha. Kemudian apabila ukuran plot diperbesar menjadi 60 m x 60 m maka sangat besar kemungkinannya nilai diameter tegakan yang diperoleh sama dengan diameter tegakan dari areal seluas 1 ha.

Luas bidang dasar merupakan parameter tegakan yang menempati urutan ketiga tingkat ketidak-pekaannya terhadap ukuran plot; yaitu plot terkecil yang dapat mewakili luas bidang dasar tegakan seluas 1 ha adalah plot ukuran 60 m x 60 m (Tabel 5).

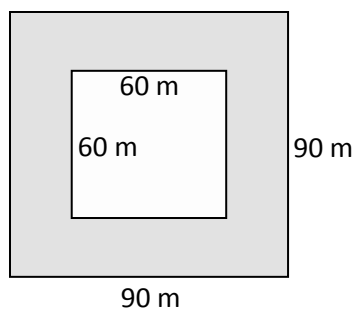
Tabel (Table) 6. Ukuran plot optimal pada masing-masing parameter tegakan (*Optimum plot size for each stand parameter*)

| No. | Parameter tegakan (<i>Stand parameter</i>) | Ukuran plot (<i>Plot size</i>) |
|-----|--|----------------------------------|
| 1. | Jumlah pohon per hektar (<i>Number of trees per hectare</i>) (<i>N/ha</i>) | 90 m x 90 m |
| 2. | Diameter tegakan (<i>Stand diameter</i>) (<i>Ds</i>) | 60 m x 60 m |
| 3. | Tinggi tegakan (<i>Stand height</i>) (<i>Hs</i>) | 30 m x 30 m |
| 4. | Luas bidang dasar tegakan per hektar (<i>Basal area per hectare</i>) (<i>B/ha</i>) | 60 m x 60 m |

Kemudian parameter tegakan yang sangat peka terhadap perubahan ukuran plot adalah jumlah pohon tiap hektar. Dalam Tabel 2 terlihat bahwa plot terkecil yang dapat mewakili jumlah pohon seluas 1 ha adalah plot ukuran 90 m x 90 m.

Secara umum, hasil uji keseragaman parameter tegakan dalam plot dalam menentukan ukuran plot optimal yang memberikan tingkat ketelitian yang disyaratkan (nilai χ^2 yang dihasilkan lebih kecil dari nilai χ^2 tabel) untuk masing-masing parameter tegakan dirangkum dalam Tabel 6.

Didasarkan kenyataan bahwa di satu pihak jumlah pohon tiap hektar merupakan parameter tegakan yang sangat peka terhadap pengecilan ukuran PUP, sedangkan parameter tersebut (bersama parameter luas bidang dasar) berperan sangat penting dalam penggambaran struktur tegakan, dan di lain pihak pengukuran diameter dan tinggi pohon merupakan pekerjaan yang menuntut tenaga, waktu, dan biaya, maka solusi ukuran optimal PUP hutan tanaman jati adalah areal 90 m x 90 m yang di tengahnya dibuat petak 60 m x 60 m seperti terlihat dalam Gambar 1.



Gambar (Figure) 1. Bentuk dan ukuran optimal petak ukur permanen (PUP) hutan tanaman jati (*Optimum shape and size of permanent sample plot (PSP) for Tectona grandis Linn. f plantation forest*)

Pada saat pembuatan dan pengukuran PUP, semua pohon dalam petak 90 m x 90 m (termasuk pohon-pohon di dalam petak 60 m x 60 m) diberi nomor secara berurutan. Penomoran pohon ini sekaligus merupakan kegiatan pencacahan pohon. Kegiatan pengukuran keliling batang dan tinggi pohon dilakukan terbatas pada pohon-pohon di dalam petak 60 m x 60 m. Dengan cara ini diperoleh efisiensi pencurahan tenaga dengan seluruh sasaran pengumpulan data dapat tercapai. Ukuran plot optimal yang dihasilkan tersebut dapat diterapkan untuk pembuatan dan pengukuran PUP tegakan jati pada berbagai kelas atau tingkat umur.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Informasi pertumbuhan tegakan secara lengkap dan faktual hanya diperoleh melalui pembuatan dan pengukuran petak ukur permanen (PUP) dengan ukuran yang optimal, yaitu ukuran paling maksimal yang dapat memberikan ketelitian yang disyaratkan.
2. Untuk memperoleh data pertumbuhan tegakan secara lengkap dan untuk efisiensi pencurahan tenaga, bentuk dan ukuran PUP yang optimal untuk hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn. f) pada berbagai kelas umur adalah petak bujur sangkar 90 m x 90 m yang di tengahnya dibuat petak berukuran 60 m x 60 m.
3. Petak 90 m x 90 m digunakan untuk pemantauan dinamika jumlah pohon, sedangkan petak 60 m x 60 m merupakan petak inti digunakan untuk

pemantauan riap diameter dan tinggi tegakan.

B. Saran

Sebaiknya penelitian semacam ini dilakukan pada jenis tanaman hutan lainnya agar diperoleh bahan yang menyeluruh untuk penyusunan petunjuk teknis (juknis) tatacara pembuatan dan pengukuran PUP hutan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Alder, D. 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. FAO. Rome.
- Anonim. 1997. Rencana Pengaturan Kelestarian Hutan (RPKH) Kelas Perusahaan Jati Kesatuan Pemangkuan Hutan Kendal, Jangka Perusahaan 1 Januari 1998 s/d 31 Desember 2007. Lampiran I, Lembar 1. Seksi Perencanaan Hutan I Pekalongan, Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. Pekalongan.
- Avery, T. E. and H. E. Burkhart. 2002. Forest Measurements. McGraw-Hill. New York.
- Colbert, K. C., D. R. Larsen and J. R. Lootens. 2002. Height-Diameter Equations for Thirteen Midwestern Bottomland Hardwood Species. Northern Journal of Applied Forestry 19: 171-176.
- Departemen Kehutanan. 1995. Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 237/Kpts-II/95 Tentang Pembuatan dan Pengukuran Petak Ukur Permanen Untuk Pemantauan Riap Tegakan.
- Husch, B., T. W. Beers and J. A. Kershaw. 2003. Forest Mensuration. Fourth Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Kutner, M. H., C. J. Nachtsheim, J. Neter and W. Li. 2005. Applied Linear Statistical Models. McGraw-Hill Irwin. Boston.
- Priyadi, H., P. Gunarso and M. Kanninen. 2006. Workshop Summary. In Priyadi, H., P. Gunarso and M. Kanninen (Eds). Permanent Sample Plots; More than Just Forest Data. Center for International Forestry Research. pp: xvi-xviii.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research. W. H. Freeman. New York.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Vanclay, J. K. 1994. Modelling Forest Growth and Yield (Application to Mixed Tropical Forest). CAB International. Wallingford, UK.

Lampiran (Appendix) 1. Koordinat titik pusat areal standar 100 m x 100 m di dalam tiap areal contoh 120 m x 120 m (*Centre point coordinates of the 100 m x 100 m standard area in each 120 m x 120 m sample area*)

| Nomor areal standar (<i>Standard area number</i>) | Koordinat titik pusat areal standar (<i>Centre point coordinates of the standard area</i>) | Koordinat letak pohon-pohon yang tercakup (<i>Location coordinates of the covered trees</i>) |
|--|---|---|
| 1 | (50;50) | $0 \leq x \leq 100$ dan (<i>and</i>) $0 \leq y \leq 100$ |
| 2 | (50;60) | $0 \leq x \leq 100$ dan (<i>and</i>) $0 \leq y \leq 110$ |
| 3 | (50;70) | $0 \leq x \leq 100$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 120$ |
| 4 | (60;50) | $10 \leq x \leq 110$ dan (<i>and</i>) $0 \leq y \leq 100$ |
| 5 | (60;60) | $10 \leq x \leq 110$ dan (<i>and</i>) $10 \leq y \leq 110$ |
| 6 | (60;70) | $10 \leq x \leq 110$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 120$ |
| 7 | (70;50) | $20 \leq x \leq 120$ dan (<i>and</i>) $0 \leq y \leq 100$ |
| 8 | (70;60) | $20 \leq x \leq 120$ dan (<i>and</i>) $10 \leq y \leq 110$ |
| 9 | (70;70) | $20 \leq x \leq 120$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 120$ |

Lampiran (Appendix) 2. Koordinat titik pusat plot dan koordinat letak pohon yang tercakup (*Centre point coordinates of the plots and location coordinates of the covered trees*)

| Koordinat titik pusat plot (<i>Centre point coordinates of the plots</i>) | Ukuran plot (<i>Plot size</i>) | Koordinat letak pohon-pohon yang tercakup (<i>Location coordinates of the covered trees</i>) |
|--|-------------------------------------|---|
| (50;50) | 90 m x 90 m | $5 \leq x \leq 95$ dan (<i>and</i>) $5 \leq y \leq 95$ |
| | 80 m x 80 m | $10 \leq x \leq 90$ dan (<i>and</i>) $10 \leq y \leq 90$ |
| | 70 m x 70 m | $15 \leq x \leq 85$ dan (<i>and</i>) $15 \leq y \leq 85$ |
| | 60 m x 60 m | $20 \leq x \leq 80$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 80$ |
| | 50 m x 50 m | $25 \leq x \leq 75$ dan (<i>and</i>) $25 \leq y \leq 75$ |
| | 40 m x 40 m | $30 \leq x \leq 70$ dan (<i>and</i>) $30 \leq y \leq 70$ |
| | 30 m x 30 m | $35 \leq x \leq 65$ dan (<i>and</i>) $35 \leq y \leq 65$ |
| (50;60) | 90 m x 90 m | $5 \leq x \leq 95$ dan (<i>and</i>) $15 \leq y \leq 105$ |
| | 80 m x 80 m | $10 \leq x \leq 90$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 100$ |
| | 70 m x 70 m | $15 \leq x \leq 85$ dan (<i>and</i>) $25 \leq y \leq 95$ |
| | 60 m x 60 m | $20 \leq x \leq 80$ dan (<i>and</i>) $30 \leq y \leq 90$ |
| | 50 m x 50 m | $25 \leq x \leq 75$ dan (<i>and</i>) $35 \leq y \leq 85$ |
| | 40 m x 40 m | $30 \leq x \leq 70$ dan (<i>and</i>) $40 \leq y \leq 80$ |
| | 30 m x 30 m | $35 \leq x \leq 65$ dan (<i>and</i>) $45 \leq y \leq 75$ |
| (50;70) | 90 m x 90 m | $5 \leq x \leq 95$ dan (<i>and</i>) $25 \leq y \leq 115$ |
| | 80 m x 80 m | $10 \leq x \leq 90$ dan (<i>and</i>) $30 \leq y \leq 110$ |
| | 70 m x 70 m | $15 \leq x \leq 85$ dan (<i>and</i>) $35 \leq y \leq 105$ |
| | 60 m x 60 m | $20 \leq x \leq 80$ dan (<i>and</i>) $40 \leq y \leq 100$ |
| | 50 m x 50 m | $25 \leq x \leq 75$ dan (<i>and</i>) $45 \leq y \leq 95$ |
| | 40 m x 40 m | $30 \leq x \leq 70$ dan (<i>and</i>) $50 \leq y \leq 90$ |
| | 30 m x 30 m | $35 \leq x \leq 65$ dan (<i>and</i>) $55 \leq y \leq 85$ |
| (60;50) | 90 m x 90 m | $15 \leq x \leq 105$ dan (<i>and</i>) $5 \leq y \leq 95$ |
| | 80 m x 80 m | $20 \leq x \leq 100$ dan (<i>and</i>) $10 \leq y \leq 90$ |
| | 70 m x 70 m | $25 \leq x \leq 95$ dan (<i>and</i>) $15 \leq y \leq 85$ |
| | 60 m x 60 m | $30 \leq x \leq 90$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 80$ |
| | 50 m x 50 m | $35 \leq x \leq 85$ dan (<i>and</i>) $25 \leq y \leq 75$ |
| | 40 m x 40 m | $40 \leq x \leq 80$ dan (<i>and</i>) $30 \leq y \leq 70$ |
| | 30 m x 30 m | $45 \leq x \leq 75$ dan (<i>and</i>) $35 \leq y \leq 65$ |
| (60;60) | 90 m x 90 m | $15 \leq x \leq 105$ dan (<i>and</i>) $15 \leq y \leq 105$ |
| | 80 m x 80 m | $20 \leq x \leq 100$ dan (<i>and</i>) $20 \leq y \leq 100$ |
| | 70 m x 70 m | $25 \leq x \leq 95$ dan (<i>and</i>) $25 \leq y \leq 95$ |
| | 60 m x 60 m | $30 \leq x \leq 90$ dan (<i>and</i>) $30 \leq y \leq 90$ |
| | 50 m x 50 m | $35 \leq x \leq 85$ dan (<i>and</i>) $35 \leq y \leq 85$ |
| | 40 m x 40 m | $40 \leq x \leq 80$ dan (<i>and</i>) $40 \leq y \leq 80$ |
| | 30 m x 30 m | $45 \leq x \leq 75$ dan (<i>and</i>) $45 \leq y \leq 75$ |

Lampiran (Appendix) 2. Lanjutan (Continued)

| Koordinat titik pusat plot (Centre point coordinates of the plots) | Ukuran plot (Plot size) | Koordinat letak pohon-pohon yang tercakup (Location coordinates of the covered trees) |
|---|----------------------------|--|
| (60;70) | 90 m x 90 m | $15 \leq x \leq 105$ dan (and) $25 \leq y \leq 115$ |
| | 80 m x 80 m | $20 \leq x \leq 100$ dan (and) $30 \leq y \leq 110$ |
| | 70 m x 70 m | $25 \leq x \leq 95$ dan (and) $35 \leq y \leq 105$ |
| | 60 m x 60 m | $30 \leq x \leq 90$ dan (and) $40 \leq y \leq 100$ |
| | 50 m x 50 m | $35 \leq x \leq 85$ dan (and) $45 \leq y \leq 95$ |
| | 40 m x 40 m | $40 \leq x \leq 80$ dan (and) $50 \leq y \leq 90$ |
| | 30 m x 30 m | $45 \leq x \leq 75$ dan (and) $55 \leq y \leq 85$ |
| (70;50) | 90 m x 90 m | $25 \leq x \leq 115$ dan (and) $5 \leq y \leq 95$ |
| | 80 m x 80 m | $30 \leq x \leq 110$ dan (and) $10 \leq y \leq 90$ |
| | 70 m x 70 m | $35 \leq x \leq 105$ dan (and) $15 \leq y \leq 85$ |
| | 60 m x 60 m | $40 \leq x \leq 100$ dan (and) $20 \leq y \leq 80$ |
| | 50 m x 50 m | $45 \leq x \leq 95$ dan (and) $25 \leq y \leq 75$ |
| | 40 m x 40 m | $50 \leq x \leq 90$ dan (and) $30 \leq y \leq 70$ |
| | 30 m x 30 m | $55 \leq x \leq 85$ dan (and) $35 \leq y \leq 65$ |
| (70;60) | 90 m x 90 m | $25 \leq x \leq 115$ dan (and) $15 \leq y \leq 105$ |
| | 80 m x 80 m | $30 \leq x \leq 110$ dan (and) $20 \leq y \leq 100$ |
| | 70 m x 70 m | $35 \leq x \leq 105$ dan (and) $25 \leq y \leq 95$ |
| | 60 m x 60 m | $40 \leq x \leq 100$ dan (and) $30 \leq y \leq 90$ |
| | 50 m x 50 m | $45 \leq x \leq 95$ dan (and) $35 \leq y \leq 85$ |
| | 40 m x 40 m | $50 \leq x \leq 90$ dan (and) $40 \leq y \leq 80$ |
| | 30 m x 30 m | $55 \leq x \leq 85$ dan (and) $45 \leq y \leq 75$ |
| (70;70) | 90 m x 90 m | $25 \leq x \leq 115$ dan (and) $25 \leq y \leq 115$ |
| | 80 m x 80 m | $30 \leq x \leq 110$ dan (and) $30 \leq y \leq 110$ |
| | 70 m x 70 m | $35 \leq x \leq 105$ dan (and) $35 \leq y \leq 105$ |
| | 60 m x 60 m | $40 \leq x \leq 100$ dan (and) $40 \leq y \leq 100$ |
| | 50 m x 50 m | $45 \leq x \leq 95$ dan (and) $45 \leq y \leq 95$ |
| | 40 m x 40 m | $50 \leq x \leq 90$ dan (and) $50 \leq y \leq 90$ |
| | 30 m x 30 m | $55 \leq x \leq 85$ dan (and) $55 \leq y \leq 85$ |