

## Technical Paper

## Analisis Antropometri terhadap Ruang Kendali Traktor Roda Empat Buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N'

*Anthropometry Analysis of Workstation Four Wheel Tractor Made in Japan 'K' and Europe 'N'*

Rhamdani Mardiansyah<sup>1</sup> dan Mad Yamin<sup>2</sup>

### Abstract

*Ergonomics approach is needed to analyze the use of tractors to meet safety standards and operator comfort. The purpose of this study was to analyze the suitability of the control component layout on four-wheel tractors made in Japan 'K' and European 'N' with male farmers in Sub-district Jetis, Ponorogo, and make recommendations on the optimum workspace for control devices placement. Anthropometric data used were secondary data from previous studies, totaling 60 samples. Tractor dimension measurement was done using a variety of measurement tools. Measurement results were referenced for 3D CAD modeling. Furthermore, by referring to the data percentile 5, 50, and 95 a drawing was made to determine the suitability of the operator working position by natural range of motion which is secure against the tested operator workspace. The results show that the layout of hand controls on both tractor 'K' and 'N' were appropriate for the dimension of the average 50<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentile male farmers. Placement pedal of tractor 'K' was in conformity with the anthropometric data referenced, while the tractor 'N' need to be adjusted to the 5<sup>th</sup> percentile operator. It was noted that the tractors had been designed with good ergonomics rules in the selection of tractor color and provision of symbols and text label for the control devices.*

**Keywords:** *anthropometry, four wheeled tractor, workspace, operator, control devices.*

### Abstrak

Pendekatan ergonomi diperlukan untuk menganalisis penggunaan traktor guna memenuhi standar keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi operatornya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kesesuaian tata letak komponen kendali pada traktor roda empat buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N' dengan petani pria di Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo, serta memberikan rekomendasi ruang kerja yang optimum dari penempatan alat kendalinya. Data antropometri yang digunakan adalah data sekunder hasil penelitian sebelumnya, berjumlah 60 sampel. Pengukuran dimensi traktor dilakukan dengan menggunakan berbagai alat pengukuran. Hasil Pengukuran dijadikan acuan pemodelan CAD 3D. Selanjutnya dengan mengacu pada data persentil ke-5, 50, dan 95 dilakukan penggambaran untuk mengetahui kesesuaian posisi kerja operator berdasarkan Selang Alami Gerakan (SAG) yang aman terhadap ruang kerja operator yang diuji. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain tata letak alat kendali yang dioperasikan dengan tangan pada kedua traktor 'K' dan 'N' sudah sesuai untuk ukuran rata-rata persentil ke-50 dan 95 petani pria di Kecamatan Jetis. Penempatan pedal pada traktor 'K' sudah sesuai dengan data antropometri yang diacu, sedangkan pada traktor 'N' perlu disesuaikan kembali bagi operator persentil 5. Dari analisis ergonomi, diketahui bahwa kedua jenis traktor telah menerapkan kaidah ergonomi dengan baik dalam pemilihan warna traktor dan pemberian simbol maupun teks untuk label alat kendali.

**Kata Kunci:** antropometri, traktor roda empat, ruang kerja, operator, alat kendali.

*Diterima: 23 Maret 2012; Disetujui: 16 Juli 2012*

### Pendahuluan

Penerapan mekanisasi sangat penting untuk menunjang kegiatan pertanian apalagi didukung dengan kemajuan teknologi, saat ini teknologi yang ada telah menghasilkan berbagai alat dan mesin pertanian dalam jumlah banyak. Data pada tahun

2001 bersumber dari Lisyanto (2002) mencatat jumlah pemakaian untuk berbagai jenis alsintan berjumlah 2.279.325 unit. Namun demikian tidak semua teknologi alat dan mesin pertanian yang dihasilkan dapat diadopsi untuk digunakan dalam kegiatan pertanian di Indonesia. Hal ini disebabkan karakteristik dari pertanian pada negara sumber

<sup>1</sup> Mahasiswa Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, rhamdani@aol.com

<sup>2</sup> Dosen Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor

teknologi sangat berbeda dengan yang ada di Indonesia, misalnya saja kondisi dan karakteristik lahannya. Pada umumnya industri alat dan mesin pertanian banyak dikembangkan dan diproduksi oleh negara Eropa, Amerika, maupun negara Asia yang sudah maju seperti Jepang. Di sisi lain negara berkembang seperti Indonesia hanya merupakan konsumen yang masih mengimpor alat dan mesin pertanian dari negara-negara tersebut guna menunjang kegiatan mekanisasi pertanian.

Begitu pun halnya dengan traktor roda empat, penggunaan traktor roda empat di Indonesia pada saat ini sudah sangat pesat dan banyak digunakan oleh perusahaan perkebunan besar untuk kegiatan pembukaan lahan dan pengolahan tanah baik secara primer maupun sekunder. Dalam Lisyanto (2002) tercatat pada tahun 2001 pemakaian alsintan di Indonesia untuk jenis traktor roda empat berjumlah 3.711 unit. Akan tetapi traktor yang digunakan di Indonesia sebagian besar dirancang menggunakan data antropometri dari negara pembuatnya. Padahal dalam merancang suatu produk/peralatan selain agar dapat memenuhi fungsinya penting untuk memperhatikan "kepuasan" si pemakai antara lain dari unsur kesehatan, keselamatan, kenyamanan, dan keserasian dalam penggunaannya.

Untuk itulah diperlukan pendekatan ergonomi dalam hal ini bidang antropometri. Analisis antropometri diperlukan guna memberikan rekomendasi ruang kerja yang optimum bagi operator lokal di Indonesia dan nantinya dapat bermanfaat bagi industri yang akan merancang traktor yang ditujukan khusus untuk petani Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan dua jenis traktor yang dirancang oleh negara yang berbeda, yaitu traktor yang diproduksi oleh negara Jepang serta Eropa. Analisis kesesuaian dilakukan terhadap data antropometri petani pria di Kecamatan Jetis, Ponorogo, Jawa Timur berdasarkan selang alami gerakan (SAG) yang aman. Pemilihan subjek pada daerah ini didasarkan potensi untuk penerapan mekanisasi bagi petani daerah tersebut di masa yang akan datang sangat memungkinkan, yang disebabkan ketersediaan lahan pertanian yang masih sangat besar di daerah Ponorogo. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini nantinya adalah mengetahui kesesuaian rancangan ruang kendali traktor yang dibuat oleh negara Jepang dengan Eropa terhadap antropometri petani pria di Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kesesuaian tata letak komponen kendali pada traktor roda empat buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N' dengan antropometri petani pria di Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo (Jawa Timur) berdasarkan Selang Alami Gerakan (SAG) yang nyaman serta untuk mengetahui daerah kerja yang optimum dari penempatan alat kendali pada traktor roda empat buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N'

untuk memperoleh kenyamanan, keamanan dan efisiensi kerja yang optimal.

## Bahan dan Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain yaitu busur derajat, jangka sorong, pita meteran, kamera digital, kalkulator, alat tulis, *laptop*, *software Microsoft Excel 2010* dan *AutoCAD 2010*. Subjek dalam penelitian ini adalah petani pria di Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo (Jawa Timur). Sementara itu objek penelitian yang diamati adalah ruang kendali operator pada traktor roda empat buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N'.

### Data Sekunder

Pengambilan data untuk dimensi tubuh populasi petani pria, penulis tidak melakukan pengambilan data secara langsung melainkan menggunakan data sekunder mengacu pada hasil pengukuran antropometri pria di Kecamatan Jetis, Ponorogo, Jawa Timur (Putri, 2011).

Data antropometri yang digunakan merupakan beberapa parameter yang terkait dengan pengoperasian pada tata letak alat kendali, mencakup nilai mean (rata-rata), standar deviasi (simpangan baku), serta data persentil.

#### 1. Mean

Penjelasan kelompok yang didasarkan nilai dari sampel yang diambil dalam kelompok. Cara menghitung menggunakan persamaan berikut ini (Walpole, 1992 dalam Rahmawan, 2011).

$$\text{mean} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Dimana:  $n$  = jumlah data  $x_i$  = data ke- $i$

#### 2. Standar Deviasi

Perbandingan penyebaran atau penyimpangan data dari dua kelompok atau lebih. Menghitung standar deviasi ( $s$ ) dapat menggunakan rumus di bawah ini (Walpole, 1992 dalam Rahmawan, 2011):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \text{mean})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Dimana:  $n$  = jumlah data  
 $x_i$  = data ke- $i$   
 $\text{mean}$  = nilai rata-rata

#### 3. Persentil

Persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Menurut Pheasant (1993) dalam Rahmawan (2011) nilai persentil dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

Tabel 1. Nilai mean, standar deviasi, serta data persentil antropometri petani pria di Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur (satuan cm)

No.	Parameter	Mean	Standar Deviasi	Persentil Ke-5	Persentil Ke-50	Persentil Ke-95
Berdiri						
1	Tinggi Badan	161.38	5.03	153.11	161.38	169.65
2	Jangkauan ke Depan	79.67	5.48	70.65	79.67	88.69
3	Jangkauan ke Depan (Menggenggam)	70.45	4.88	62.42	70.45	78.49
4	Lebar Bahu	41.6	1.93	38.42	41.6	44.77
5	Lebar Telapak Kaki	10.22	0.72	9.03	10.22	11.4
6	Panjang Telapak Kaki	22.62	1.34	20.42	22.62	24.8
Duduk						
7	Tinggi Dudukan	46.32	5.05	38.01	46.32	54.63
8	Tinggi Lutut	56.22	3.94	49.75	56.22	62.7
9	Tinggi Pinggul	65.58	6.34	55.15	65.58	76.02
10	Tinggi Bahu	101.82	6.59	90.98	101.82	112.66
11	Tinggi Mata	117.07	8.31	103.4	117.07	130.73
12	Tinggi Duduk	127.47	6.98	115.98	127.47	138.95
13	Panjang Siku ke Ujung Jari	45.47	2.3	41.67	45.47	49.26
14	Tinggi Siku Tangan	68.06	7.06	56.44	68.06	79.67
15	Panjang Kedudukan hingga Siku Kaki	46.25	4.98	38.06	46.25	54.45
16	Panjang Kedudukan hingga Lutut	56.33	4.63	48.7	56.33	63.95
17	Lebar Telapak Tangan (4 jari)	8.12	1.12	6.28	8.12	9.95
18	Diameter Genggaman Tangan (antara Ibu Jari dan Jari Tengah)	3.83	0.9	2.35	3.83	5.3

$$X \text{ percentile} = \text{mean} + s z \quad (3)$$

Dimana: *mean* = nilai rata-rata  
*s* = standar deviasi  
*z* = nilai-z

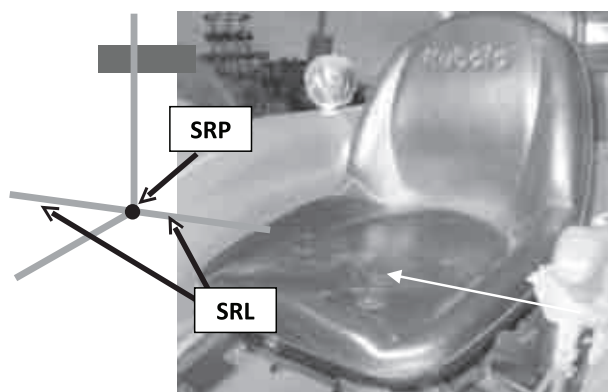
**Data Primer**

Pengukuran dan pengamatan ruang kendali operator traktor dilakukan dengan menggunakan pita ukur (*tape*). Kegiatan yang dilakukan adalah pengukuran besarnya alat kendali yang dioperasikan dengan tangan atau kaki serta yang terdapat dalam ruang kerja operator. Alat kendali tersebut diukur jaraknya terhadap *Seat Reference Level* (SRL) berdasarkan arah sumbu x, y, dan z.

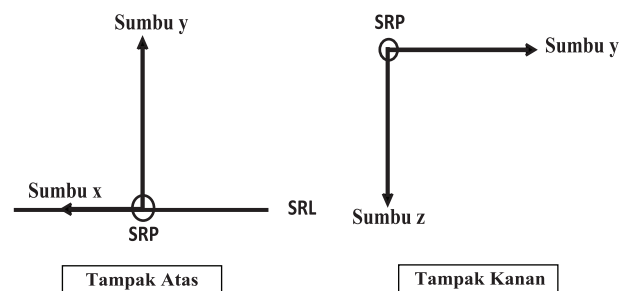
Istilah SRL dapat diartikan sebagai garis horizontal yang melintang sepanjang *Seat Reference Point* (SRP). Sementara itu, SRP merupakan titik perpotongan antara tempat duduk dengan sandaran punggung dan letaknya sejajar dengan SRL (Xhu Li dan Zhenhua Xi, 1990). Berikut ini merupakan cara penentuan titik SRP dan SRL. (Gambar 1)

Pengukuran sudut selang gerak pada alat control dan kendali yang dikendalikan oleh tangan dan kaki, diukur dengan menggunakan busur derajat. Sudut yang diukur adalah maksimum kedepan dan maksimum kebelakang maupun maksimum kekiri dan maksimum kekanan, dengan posisi kendali dalam keadaan netral ditetapkan sebagai sudut 0°.

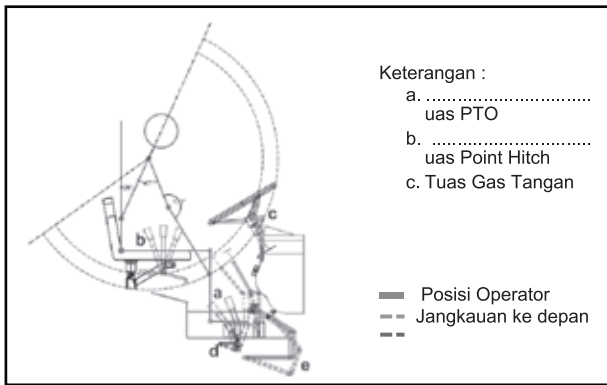
Penentuan arah sumbu x, y, dan z dapat digambarkan dalam ilustrasi berikut ini. (Gambar 2)



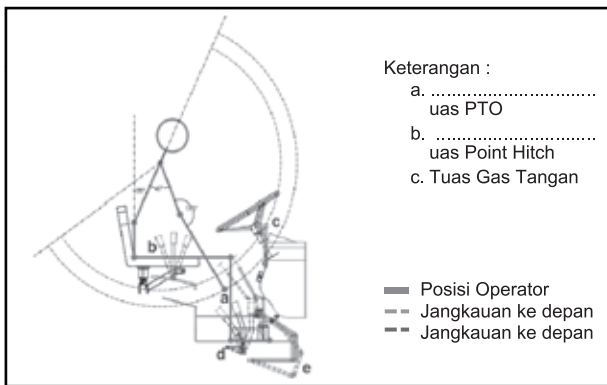
Gambar 1. Penentuan titik SRP dan SRL



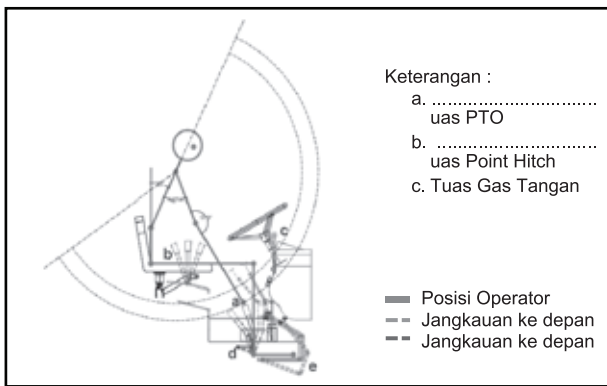
Gambar 2. Penentuan jarak pengukuran berdasarkan SRL dan SRP



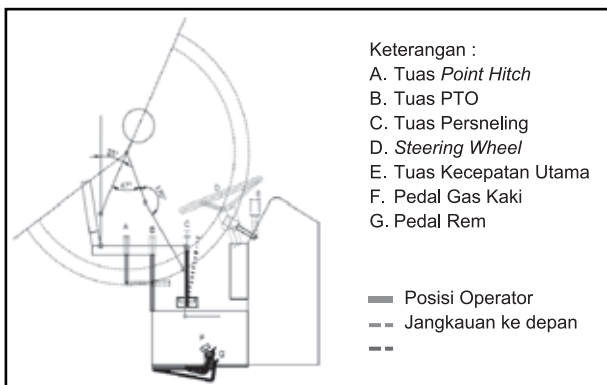
Gambar 3. Posisi operator (persentil 5) traktor buatan Jepang 'K' berdasarkan SAG yang aman



Gambar 4. Posisi operator (persentil 50) traktor buatan Jepang 'K' berdasarkan SAG yang aman



Gambar 5. Posisi operator (persentil 95) traktor buatan Jepang 'K' berdasarkan SAG yang aman



Gambar 6. Posisi operator (persentil 5) traktor buatan Eropa 'N' berdasarkan SAG yang aman

## Hasil dan Pembahasan

### Data Antropometri Petani Pria

Data analisis yang digunakan menggunakan data hasil penelitian yang dilakukan Putri (2011) terhadap subjek petani pria di Kecamatan Jetis, Ponorogo, Jawa Timur. Pada tabel 1 berikut menunjukkan beberapa data persentil subjek petani pria dari beberapa parameter yang terkait dengan desain ruang kendali traktor buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N'.

### Penggambaran Daerah Kerja

Dari hasil pemodelan 3D traktor roda empat, kemudian dibuat plot antropometri petani pria berdasarkan data pada tabel 1 (nilai persentil 5, 50 dan 95) untuk mengetahui daerah kerja normal serta daerah kerja maksimum untuk operator, berdasarkan data yang diacu terhadap ruang kendali pada traktor. Daerah normal dideskripsikan sebagai area yang dapat dijangkau oleh radius ayunan lengan bawah sedangkan posisi lengan atas dalam keadaan natural di samping bahu. Sementara itu daerah maksimum dapat dideskripsikan sebagai daerah yang dapat dijangkau oleh perpanjangan jangkauan lengan dari bahu (Sanders et al., 1982).

### Analisis Kesesuaian berdasarkan SAG yang Aman

Pada ruang kendali traktor roda empat, tidak semua alat kendali yang dikendalikan oleh tangan maupun kaki berada di daerah normal ataupun daerah maksimum kerja dari operator. Adakalanya bagi operator persentil 5 dan 50 diperlukan suatu pergerakan alami bagian tubuh agar dapat menjangkau suatu alat kendali, namun bagi operator persentil 95 tidak diperlukan suatu Selang Alami Gerakan (SAG) tergantung dari penempatan alat kendali itu sendiri. Dalam Openshaw (2006), SAG diperbolehkan bila masih berada dalam batas zona nyaman yaitu zona 0 dan 1 sedangkan apabila berada dalam zona 2-3 SAG sebaiknya dihindari karena dapat mengakibatkan resiko cedera pada tubuh.

### Posisi Operator Traktor Buatan Jepang 'K'

Berikut ini merupakan simulasi posisi operator persentil 5, 50, dan 95 untuk traktor roda 4 buatan Jepang 'K' mengenai kesesuaian dari penempatan alat kendali yang dioperasikan dengan tangan dan kaki yang mengacu pada batas zona aman maksimum SAG di zona 1. (Gambar 3, 4, dan 5)

Berdasarkan simulasi pada gambar 3, 4, dan 5 dapat diketahui bahwa posisi operator dalam SAG yang aman untuk operator persentil 5, 50, dan 95 sudah mampu menjangkau beberapa alat kendali yang sebelumnya tidak terjangkau pada saat dalam posisi duduk normal, yaitu tuas persneling dan tuas gas tangan. Kedua tuas dapat dijangkau operator

persentil 5 melalui radius jangkauan ke depan, hanya saja dalam keadaan menggenggam kedua tuas tersebut belum mampu terjangkau secara optimal sehingga perlu ada penyesuaian SAG kembali lewat gerakan fleksi punggung. Hal ini memungkinkan terjadinya SAG yang berada pada zona yang ekstrim apabila dilakukan. Berbeda halnya untuk operator persentil 50 tuas persneling dapat dijangkau oleh radius jangkauan ke depan menggenggam. Namun untuk tuas gas tangan pada saat dalam posisi normal sebelum digerakkan, berada pada batas jangkauan ke depan saat menggenggam. Hal ini memungkinkan operator persentil 50 untuk memperbesar sudut fleksi punggung yang tentunya membuat SAG berada di luar zona nyaman, agar tuas gas tangan dapat terjangkau. Sementara itu untuk operator persentil 95, kedua tuas tersebut dapat terjangkau secara baik melalui jangkauan tangan ke depan menggenggam.

**Posisi Operator Traktor Buatan Eropa 'N'**

Berikut ini merupakan simulasi posisi operator persentil 5, 50, dan 95 untuk traktor roda 4 buatan Eropa 'N' (Gambar 6, 7, dan 8).

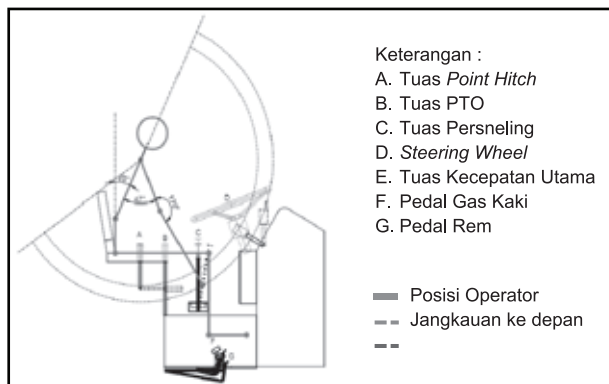
Berdasarkan simulasi posisi operator traktor buatan Eropa 'N' berdasarkan SAG pada zona nyaman (Gambar 6, 7, dan 8) dapat dilihat bahwa tuas persneling, tuas kecepatan sekunder, tuas PTO, dan tuas hidrolik berada pada daerah jangkauan

maksimum bagi operator persentil 5, 50, dan 95. Ilustrasi di atas hanya menunjukkan ketidaksesuaian dari letak tuas gas tangan bagi operator persentil 5, 50, dan 95 dimana pada saat tuas gas tangan digerakkan tidak mampu terjangkau oleh radius jangkauan ke depan menggenggam bahkan untuk operator persentil 95 sekalipun.

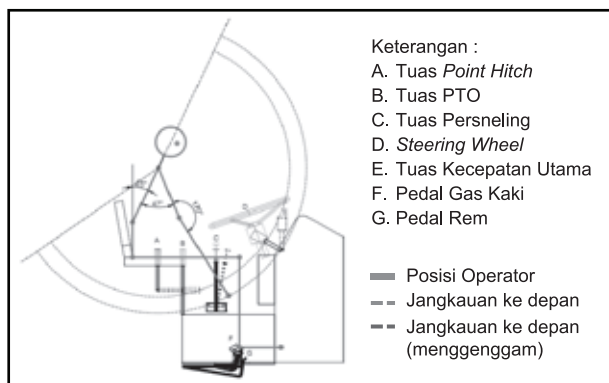
Dari analisis yang telah dilakukan mengacu pada SAG di zona nyaman dapat diketahui bahwa penempatan alat kendali baik itu yang dioperasikan dengan tangan dan kaki, jenis traktor buatan Jepang 'K' lebih sesuai untuk digunakan bagi operator petani pria di Kecamatan Jetis, Ponorogo dibandingkan dengan menggunakan jenis traktor buatan Eropa 'N'. Hal ini disebabkan hampir sebagian besar alat kendali kecuali tuas PTO dapat terjangkau oleh operator persentil 5, 50 hingga 95 pada selang zona gerakan yang nyaman. Sementara itu pada traktor buatan Eropa 'N' selain tuas kecepatan utama yang sulit terjangkau bagi operator persentil 5 dan 50, posisi beberapa pedal saat akan dioperasikan pun belum mampu terjangkau dengan baik untuk operator persentil 5.

**Penentuan Daerah Optimum**

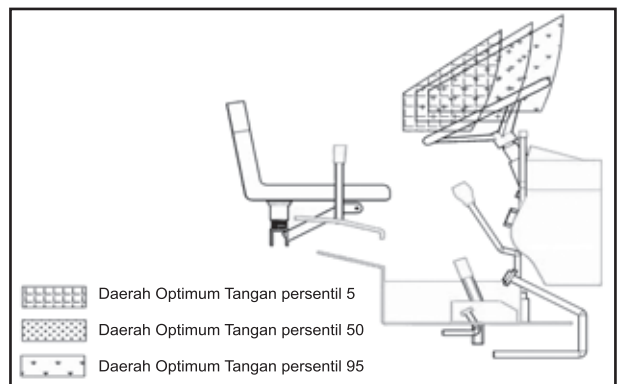
Penentuan posisi optimum tangan pada traktor buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N' dilakukan dengan melakukan penggambaran terhadap daerah normal kerja dan daerah maksimum kerja menggunakan



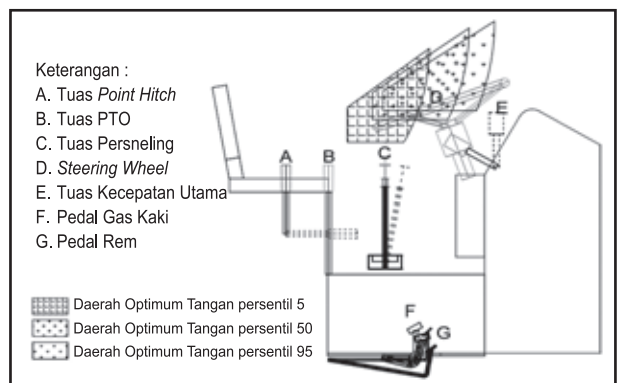
Gambar 7. Posisi operator (persentil 50) traktor buatan Eropa 'N' berdasarkan SAG yang aman



Gambar 8. Posisi operator (persentil 95) traktor buatan Eropa 'N' berdasarkan SAG yang aman



Gambar 9. Daerah optimum tangan operator traktor buatan Jepang 'K'



Gambar 10. Daerah optimum tangan operator traktor buatan Eropa 'N'

data antropometri persentil 5, 50 dan 95. Tahapan penentuan daerah optimum tangan adalah menentukan jarak tinggi bahu operator dari titik SRP yang diasumsikan ketinggiannya sama dengan tinggi kedudukan operator. Selain itu juga ditentukan tinggi siku tangan dari titik acuan yang sama. Setelah didapat kedua titik tersebut, pada jarak tinggi bahu dibuat radius jangkauan tangan ke depan sedangkan pada titik ketinggian siku tangan dibuat perpanjangan garis horizontal dan vertikal hingga memotong radius jangkauan tangan ke depan. Sementara itu pada titik akhir jangkauan ke depan yang horizontal dengan tinggi bahu ditarik garis yang memotong SRP. Pada akhirnya akan didapatkan suatu irisan antara daerah normal dan maksimum kerja. Berikut ini merupakan hasil penentuan daerah optimum tangan operator traktor. (Gambar 9 dan 10)

Berdasarkan ilustrasi di atas dapat dilihat bahwa daerah optimum tangan pada kedua jenis traktor berada di daerah yang merupakan lokasi *steering wheel*. *Steering wheel* adalah alat kendali utama yang dikendalikan oleh tangan pada traktor. Dimensi *steering wheel* untuk traktor buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N' berturut-turut yaitu berdiameter 400 mm dan 480 mm dengan ketebalan 25 mm pada lingkaran rodanya. Menurut Pheasant (1986) dalam Drakopoulos (2006) disebutkan bahwa diameter minimum yang dapat diterima untuk diameter *steering wheel* adalah 380 mm dan ukuran 400-440 mm jauh lebih baik sebab dapat memberikan tambahan gaya torsi bagi pengendaranya. Sementara itu sudut *steering wheel* terhadap bidang datar horizontal yang direkomendasikan adalah 40-60° dan pada traktor buatan Jepang 'K' dan Eropa 'N' sudut alat kemudi terhadap bidang horizontal adalah sekitar 60°. Berdasarkan kondisi tersebut dapat dikatakan bahwa dimensi *steering wheel* pada kedua jenis traktor sudah sesuai dengan ukuran desain yang direkomendasikan.

### Kesimpulan

Posisi *steering wheel* pada kedua jenis traktor sudah sesuai untuk operator persentil 5, 50, dan 95 karena terletak pada daerah optimum tangan operator petani pria di Kecamatan Jetis, Ponorogo (Jawa Timur).

1. Daerah kerja tangan traktor buatan Jepang 'K' dapat dioperasikan oleh operator persentil 5, 50, dan 95 karena tuas-tuas kendali berada di dalam radius jangkauan maksimum tangan operator berdasarkan SAG yang aman.
2. Daerah kerja tangan traktor buatan Eropa 'N' hanya bisa dioperasikan oleh operator persentil 50 dan 95, tetapi tidak cocok untuk dioperasikan oleh operator persentil 5 sebab posisi tuas kecepatan utama saat dioperasikan serta

beberapa tombol pada *dashboard* berada di luar radius jangkauan tangan operator berdasarkan SAG pada zona yang aman.

3. Daerah kerja kaki traktor buatan Jepang 'K' dapat dioperasikan oleh operator persentil 5, 50, dan 95 karena seluruh alat kendali yang dioperasikan dengan kaki dapat terjangkau oleh radius ayunan kaki operator.
4. Daerah kerja kaki traktor buatan Eropa 'N' hanya dapat dioperasikan oleh operator persentil 50 dan 95, namun tidak cocok untuk dioperasikan oleh operator persentil 5 karena posisi pedal rem/kopling pada saat dioperasikan tidak mampu terjangkau oleh radius ayunan kaki operator persentil 5.
5. Analisis kesesuaian berdasarkan Selang Alami Gerak (SAG) manusia pada zona yang aman menunjukkan bahwa traktor roda empat buatan Jepang 'K' lebih sesuai untuk dioperasikan oleh petani pria di Kecamatan Jetis, Ponorogo (Jawa Timur) dibandingkan dengan traktor buatan Eropa 'N'.

### Daftar Pustaka

- Li Shu, Xi Zhenhua. 1990. The measurement of functional arm reach envelopes for young Chinese males. *J Ergonomics* 33 (7) : 967-978.
- Lisyanto. 2002. Pengembangan Teknologi Berbasis Pertanian (Suatu Modal Kemandirian dalam Menghadapi Era Global). Makalah Pengantar Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. [http://ruduct.tripod.com/sem1\\_023/lisyanto.htm](http://ruduct.tripod.com/sem1_023/lisyanto.htm)
- Openshaw, S, E. Taylor. 2006. *Ergonomics and Design A Reference Guide*. [e-book] Allsteel inc. <http://www.allsteeloffice.com/ergo> [Juli 2012].
- Pheasant, S. 2003. *Bodyspace (Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work)*. Philadelphia: Taylor and Francis Inc.
- Purcell, W.H.F. 1980. *The Human Factor in Farm and Industrial Equipment Design*, No. 6. Saint. Joseph, MI : ASABE.
- Putri, S.F. 2011. Studi Antropometri Petani dan Kesesuaiannya dengan Alat "Gebot" (Papan Perontok Padi) di Kecamatan Jetis, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur [Skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rahmawan, M.D. 2011. Antropometri Petani Pria dan Aplikasinya pada Desain Tangkai Cangkul (Studi Kasus di Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor) [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor .
- Sanders, S.M., E.J. Mc Cormick. 1982. *Human Factor in Engineering and Design Fifth Edition*. McGraw Hill. New Delhi.
- Walpole, R.E. 1992. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.