

KALIBRASI JANGKA SORONG NONIUS (*VERNIER CALLIPER*) BERDASARKAN STANDAR JIS B 7507 DI LABORATORIUM PENGUKURAN TEKNIK MESIN UNIVERSITAS RIAU

Nahrul Amani¹, Dodi Sofyan Arief²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

nahrul_a@yahoo.com

Abstract

Vernier calliper is very much used either by measurement laboratories and production. Vernier calliper measurement tools necessary to calibrate each period of 12 months, with a calibration done will determine the value of the correction/error and the value of the measurement uncertainty of measuring instruments vernier calliper. In this study calibration of vernier calliper follow the standard JIS B 7507 - 1993 at which the standard has been described specification requirements vernier calliper. Based on the results of the calibration has been done vernier calliper I have a maximum error of 0.00042 mm and the value of the uncertainty confidence level at 95% with a coverage factor of $k = 2$ is $U_{95} = \pm 59.02 \mu\text{m}$, vernier callipers II has a maximum error of 0.01994 mm and uncertainties confidence level at 95% with a coverage factor of $k = 2$ is $U_{95} = \pm 59.42 \mu\text{m}$. Both vernier callipers meets the requirements based on JIS B 7507-1993.

Keywords: Metrology, Calibration, Vernier Calliper

1. Pendahuluan

Setiap Alat Ukur sebelum digunakan atau setelah digunakan pada periode tertentu (6 bulan atau 12 bulan), harus dilakukan kalibrasi sesuai standar nasional ataupun internasional [1]. Alat ukur merupakan ujung tombak dalam kualitas produk yang dihasilkan, karena langsung berhubungan dengan proses, sehingga perlu dipelihara untuk mendapatkan umur (*life time*) yang panjang. Jangka sorong nonius sangat banyak digunakan baik di laboratorium pengukuran maupun produksi. Mengingat pentingnya hal tersebut maka penulis melakukan kalibrasi jangka sorong nonius untuk mengetahui nilai koreksi/penyimpangan serta nilai ketidakpastian pengukurannya.

Dalam penelitian ini jangka sorong nonius yang digunakan memiliki kercermatan 0,02 mm dan kapasitas ukur 200 mm. Alat ukur standar yang digunakan untuk mengkalibrasi jangka sorong nonius adalah blok ukur (*gauge block*) kualitas (*grade*) 1 dengan kapasitas ukur 1 mm

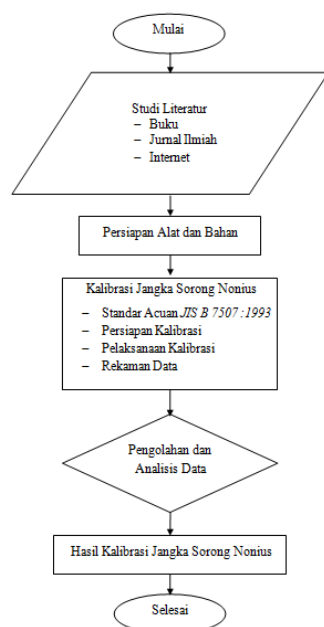
hingga 100 mm. Kalibrasi jangka sorong nonius ini mengacu pada standar JIS B 7507 – 1993 : *Vernier, dial and digital calipers*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui nilai koreksi/kesalahan dan nilai ketidakpastian pengukuran alat jangka sorong nonius yang ada di laboratorium pengukuran jurusan teknik mesin Universitas Riau.

Metrologi adalah teknologi dan kegiatan yang berkaitan dengan pengukuran dimana didalamnya terdapat kegiatan kalibrasi. Definisi pengukuran dalam arti luas adalah membandingkan suatu besaran dengan besaran standar [2]. Kalibrasi adalah suatu kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur. Pelaksanaan kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan alat ukur dan bahan ukur yang akan dikalibrasi terhadap standar ukurnya yang mampu telusur (*traceable*) kestandar nasional dan atau internasional. Kalibrasi bertujuan untuk menentukan deviasi kebenaran konvensional nilai

penunjukkan suatu alat ukur, atau deviasi dimensi nominal yang seharusnya suatu bahan ukur. Nilai deviasi akan menunjukkan kualitas alat ukur, semakin kecil nilai deviasinya maka semakin baik pula kualitas alat ukur tersebut. Setiap pengukuran pasti mengandung kesalahan (*error*). Kesalahan tersebut ditimbulkan oleh berbagai faktor diantaranya adalah operator, instrumen ukur, kondisi lingkungan, obyek ukur, metode pengukuran [2]. Hasil pengukuran harus mencantumkan suatu perkiraan yang menggambarkan seberapa besar kesalahan yang mungkin terjadi, dalam batas-batas kemungkinan yang wajar. Ketidakpastian pengukuran adalah proses mengaitkan sesuatu angka secara empirik dan obyektif pada sifat-difat obyek atau kejadian nyata sedemikian rupa sehingga angka tadi dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai obyek atau kejadian tersebut. Metode untuk menghitung ketidakpastian pengukuran telah dibuat oleh berbagai lembaga, namun yang digunakan sebagai acuan internasional adalah dokumen yang dikeluarkan oleh Organisasi Standarisasi Internasional (ISO)[3].

2. Metode

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Prosedur untuk mengkalibrasi jangka sorong nonius mengacu pada standar JIS B 7507-1993 : *Vernier, dial and digital calipers*. Adapun alat ukur dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Blok ukur (*gauge block*) kualitas (*grade*) 1 dengan rentang ukur 1 mm hingga 100 mm dan sertifikatnya digunakan sebagai alat ukur standar untuk mengkalibrasi jangka sorong nonius.
2. Dua unit Jangka sorong nonius dengan kecermatan 0,02 mm dan kapasitas ukur 0 hingga 200 mm yang digunakan sebagai objek ukur (*Unit Under Test*).
3. Meja rata digunakan sebagai alat ukur bantu pada saat melakukan pengukuran dimensi blok ukur (*gauge block*).
4. *Waterpass* digunakan untuk mengukur atau memposisikan meja rata dalam posisi rata.
5. *Thermohygrometer* digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban ruangan kalibrasi, temperatur blok ukur dan temperatur jangka sorong.
6. Vaseline digunakan untuk melumasi alat ukur agar tidak korosi.
7. Tisu pembersih dipergunakan untuk membersihkan alat ukur dari kotoran.
8. Alkohol sebagai cairan pembersih.
9. Sarung tangan.
10. Lembar kerja.

2.2 Kondisi Ruang Kalibrasi

1. Kondisi ruangan kalibrasi harus berada pada temperatur 20 ± 1 °C.
2. Kelembaban ruangan kalibrasi berkisar antara 55 – 60 %.
3. Ruang kalibrasi harus bersih bebas dari partikel debu.
4. Ruang kalibrasi harus dihindarkan dari mesin atau keadaan yang menimbulkan getaran besar, yang diperbolehkan antara (1 - 30 Hz).
5. Pencahayaan dalam ruangan kalibrasi menggunakan lampu yang mempunyai kekuatan cahaya 100 Lux [4].

2.3 Persiapan Kalibrasi

1. Periksa kesejajaran permukaan mulut ukur dengan cara merapatkan kedua permukaan mulut ukur.
2. Cek gerak rahang ukur jangka sorong harus meluncur dengan baik pada batang ukurnya .
3. Bersihkan jangka sorong, blok ukur dan aksesorisnya serta meja rata dari kotoran atau debu yang menempel menggunakan alkohol/wash bensin dengan kapas lalu dilap sampai mengkilap.
4. Kondisikan jangka sorong dan blok ukur pada temperatur ruangan laboratorium $21 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ dan kelembaban 50 - 60 % selama minimal 24 jam sampai keduanya memiliki temperatur dan kelembaban yang sama dengan temperatur dan kelembaban ruangan kalibrasi.
5. Catat tanggal mulai pengkondisian jangka sorong pada lembar kerja.

2.4 Prosedur Kalibrasi

1. Masukkan blok ukur diantara kedua permukaan ukur untuk pengukuran eksternal, ukur dari pangkal sampai ujung blok ukur, dan dapatkan dimensi blok ukur dari pembacaan jangka sorong.
2. Lakukan kalibrasi untuk pengukuran eksternal dengan 10 titik pengamatan dalam interval 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% sampai 100% dari kapasitas maksimum jangka sorong.
3. Pada saat mengukur miringkan jangka sorong, sehingga bidang skala nonius hampir sejajar dengan bidang pandangan.
4. Pengukuran dilakukan pada 10 posisi, minimal 3 kali pengukuran.
5. Catat hasil pengukuran dari setiap posisi pada lembar kerja.
6. Hitung mampu ulang (*repeatability*) setiap titik pengamatan dengan persamaan berikut :

$$b = L_{maks} - L_{min}$$

Keterangan :

b = Mampu ulang (*repeatability*)

L_{maks} = Nilai tertinggi dari pembacaan

jangka sorong

L_{min} = Nilai terendah dari pembacaan

jangka sorong

7. Hitung nilai rata-rata hasil pengukuran dari setiap titik pengamatan dengan persamaan berikut :

$$\bar{L} = \frac{\sum Li}{n}$$

Keterangan :

\bar{L} = Nilai rata-rata pembacaan jangka sorong

Li = Data pembacaan jangka sorong

n = Jumlah rangkaian pengamatan

8. Hitung kesalahan dari setiap titik pengamatan dengan persamaan berikut ini :

$$E = \bar{L} - L$$

Keterangan :

E = Kesalahan

L = Pembacaan standar

\bar{L} = Nilai rata-rata pembacaan jangka sorong

9. Evaluasi dari perhitungan kesalahan tersebut dengan tabel persyaratan berdasarkan standar JIS B 7507 – 1993.

Tabel 1. Kesalahan jangka sorong berdasarkan standar JIS B 7507-1993 [5].

Unit : mm

Measuring length	Scale intervals, minimum indicating quantities or minimum reading values	
	0.1 or 0.05	0.02 or 0.01
50 or under	± 0.05	± 0.02
over 50 to 100 or under	± 0.06	± 0.03
over 100 to 200 or under	± 0.07	
over 200 to 300 or under	± 0.08	± 0.04
over 300 to 400 or under	± 0.09	
over 400 to 500 or under	± 0.10	± 0.05
over 500 to 600 or under	± 0.11	
over 600 to 700 or under	± 0.12	± 0.06
over 700 to 800 or under	± 0.13	
over 800 to 900 or under	± 0.14	± 0.07
over 900 to 1000 or under	± 0.15	

2.5 Evaluasi Komponen Ketidakpastian

Terdapat enam komponen ketidakpastian utama yang diperhitungkan dalam evaluasi ketidakpastian dari koreksi terhadap penunjukan jangka sorong [6], yaitu :

1. Ketidakpastian baku blok ukur (*gauge block*)

$$u_{Ls} = \pm \frac{U_{95}}{\sqrt{3}}$$

Keterangan:

u_{Ls} = Ketidakpastian baku blok ukur

U_{95} = Ketidakpastian blok ukur pada sertifikat Kalibrasi

2. Ketidakpastian baku resolusi jangka sorong

$$u_{L1} = \pm \frac{a}{\sqrt{3}}$$

Keterangan:

u_{L1} = Ketidakpastian baku resolusi jangka sorong

a = Setengah dari resolusi jangka sorong

3. Ketidakpastian baku mampu ulang pembacaan jangka sorong

$$u_{L2} = \pm \frac{b}{\sqrt{3}}$$

Keterangan:

u_{L2} = Ketidakpastian baku mampu ulang

b = Mampu ulang (*repeatability*)

4. Ketidakpastian baku pengaruh temperatur

$$u_T = \pm u(\Delta t) \times c_i$$

$$u(\Delta t) = \frac{\Delta t}{\sqrt{3}}$$

Keterangan:

u_T = Ketidakpastian baku pengaruh temperatur

Δt = Perbedaan temperatur jangka sorong dan blok ukur ($\Delta t = 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

c_i = Koefisien sensitifitas ($1.7 \mu\text{m}^{\circ}\text{C}^{-1}$)

5. Ketidakpastian baku pengaruh mekanik

$$u_M = \pm \frac{50 \mu\text{m}}{\sqrt{3}}$$

Keterangan :

u_M = Ketidakpastian baku pengaruh mekanik

$50 \mu\text{m}$ adalah estimasi nilai ketidakpastian pengaruh mekanik [7].

6. Ketidakpastian baku wringing

$$u_W = \pm \left(\frac{0,05 \mu\text{m}}{\sqrt{3}} \times d \right)$$

Keterangan :

u_W = Ketidakpastian baku *wringing*

d = Jumlah blok ukur yang disusun (*wringing*) dikurang 1

$0,05 \mu\text{m}$ adalah estimasi nilai ketidakpastian pengaruh *wringing* [8].

7. Ketidakpastian baku gabungan

$$u_C = \sqrt{(u_{Ls})^2 + (u_{L1})^2 + (u_{L2})^2 + (u_T)^2 + (u_M)^2 + (u_W)^2}$$

Keterangan :

u_C = Ketidakpastian baku gabungan

u_{Ls} = Ketidakpastian baku blok ukur

u_{L1} = Ketidakpastian baku resolusi jangkatorong

u_{L2} = Ketidakpastian baku mampu ulang

u_T = Ketidakpastian baku pengaruh temperatur

u_M = Ketidakpastian baku pengaruh mekanik

u_W = Ketidakpastian baku *wringing*

8. Ketidakpastian bentangan

$$u_{95} = k \cdot u_C$$

Keterangan :

u_{95} = Ketidakpastian bentangan

k = Faktor cakupan

u_C = Ketidakpastian baku gabungan

2.6 Pelaporan Hasil Kalibrasi

Hasil kalibrasi berupa sertifikat jangka sorong nonius, berisi informasi tentang nilai koreksi/penyimpangan jangka sorong nonius, nilai ketidakpastian pengukurannya, dan sifat metrologi lainnya.

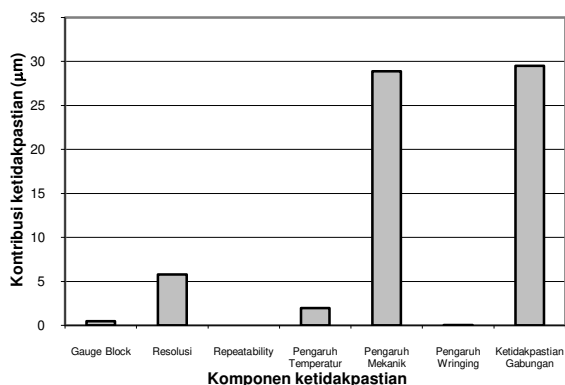
3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Pengukuran Blok Ukur Menggunakan Jangka Sorong Nonius I

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Nilai Aktual Standar (mm)	Pembacaan Alat (mm)			Mampu Ulang (mm)	Rata-Rata Pembacaan Alat (mm)	Kesalahan (mm)
		I	II	III			
0	0	0	0	0	0	0	0
20	19,99994	20,00	20,00	20,00	0	20,00	-0,00006
40	40,00036	40,00	40,00	40,00	0	40,00	0,00036
60	60,00006	60,00	60,00	60,00	0	60,00	0,00006
80	80,00018	80,00	80,00	80,00	0	80,00	0,00018
100	100,00006	100,00	100,00	100,00	0	100,00	0,00006
120	120,00000	120,00	120,00	120,00	0	120,00	0,00000
140	140,00042	140,00	140,00	140,00	0	140,00	0,00042
160	160,00012	160,00	160,00	160,00	0	160,00	0,00012
180	180,00024	180,00	180,00	180,00	0	180,00	0,00024
200	200,00034	200,00	200,00	200,00	0	200,00	0,00034

Tabel 3 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Jangka Sorong Nonius I

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Komponen Ketidakpastian						Ketidakpastian Gabungan U(C) (μm)	Ketidakpastian Bentangan U95 (μm)
	Blok Ukur Standar U(Ls) (μm)	Resolusi Alat Ukur U(L1) (μm)	Pengukuran Berulang U(L2) (μm)	Perbedaan Temperatur U(T) (μm)	Pengaruh Mekanik U(M) (μm)	Lapisan <i>Wringing</i> U(W) (μm)		
0	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0	29,51	59,02
20	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0	29,51	59,02
40	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
60	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
80	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
100	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0	29,51	59,02
120	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
140	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02
160	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02
180	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02
200	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02



Gambar 2. Grafik Kontribusi Ketidakpastian Jangka Nonius I

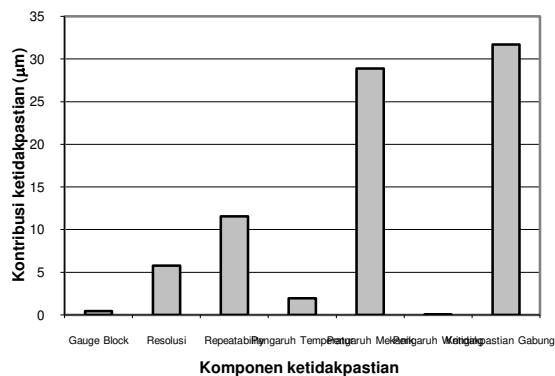
Dari hasil kalibrasi jangka sorong nonius I yang telah dilakukan, dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3, jangka sorong nonius I memiliki kesalahan maksimum 0,00042 mm dengan ketidakpastian bentangan 59,02 μm. Setelah dievaluasi dengan tabel 1 maka Jangka sorong tersebut masih memenuhi persyaratan berdasarkan JIS B 7507 – 1993.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Blok Ukur Menggunakan Jangka Sorong Nonius II

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Nilai Aktual Standar (mm)	Pembacaan Alat (mm)			Mampu Ulang (mm)	Rata-Rata Pembacaan Alat (mm)	Kesalahan (mm)
		I	II	III			
0	0	0	0	0	0	0	0
20	19,99994	19,98	19,98	19,98	0	19,98	0,01994
40	40,00036	39,98	40,00	40,00	0,02	19,99	0,01036
60	60,00006	60,00	60,00	60,00	0	60,00	0,00006
80	80,00018	80,00	80,00	80,00	0	80,00	0,00018
100	100,00006	100,00	100,00	100,00	0	100,00	0,00006
120	120,00000	120,00	120,00	120,00	0	120,00	0,00000
140	140,00042	140,00	140,00	140,00	0	140,00	0,00042
160	160,00012	160,00	160,00	160,00	0	160,00	0,00012
180	180,00024	180,00	180,00	180,00	0	180,00	0,00024
200	200,00034	200,00	200,00	200,00	0	200,00	0,00034

Tabel 5 Nilai Ketidakpastian Pengukuran Jangka Sorong Nonius II

Pembacaan Nominal Standar (mm)	Komponen Ketidakpastian						Ketidakpastian Gabungan U(C) (µm)	Ketidakpastian Bentangan U95 (µm)
	Blok Ukur Standar U(Ls) (µm)	Resolusi Alat Ukur U(L1) (µm)	Pengukuran Berulang U(L2) (µm)	Perbedaan Temperatur U(T) (µm)	Pengaruh Mekanik U(M) (µm)	Lapisan <i>Wringing</i> U(W) (µm)		
0	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0	29,51	59,02
20	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0	29,51	59,02
40	0,46	5,77	11,55	1,96	28,87	0,03	31,69	63,37
60	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
80	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
100	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0	29,51	59,02
120	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,03	29,51	59,02
140	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02
160	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02
180	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02
200	0,46	5,77	0	1,96	28,87	0,06	29,51	59,02



Gambar 3. Grafik Kontribusi Ketidakpastian Jangka Nonius II

Dari hasil kalibrasi jangka sorong nonius II yang telah dilakukan, dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5, jangka sorong nonius II memiliki kesalahan maksimum 0,01994 mm dengan ketidakpastian bentangan 59,42 µm. Setelah dievaluasi dengan tabel 1 maka Jangka sorong tersebut masih memenuhi persyaratan berdasarkan JIS B 7507 – 1993.

4. SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Jangka sorong nonius telah tertelusur terhadap alat ukur standar yaitu blok ukur kualitas 1 dengan nilai koreksi kesalahan sebagai berikut :
 - a. Jangka sorong nonius I memiliki kesalahan maksimum 0,00042 mm
 - b. Jangka sorong nonius II memiliki kesalahan maksimum 0,01994 mm
2. Nilai ketidakpastian pengukuran hasil kalibrasi jangka sorong nonius dinyatakan sebagai berikut :
 - a. Nilai ketidakpastian bentangan dari alat ukur jangka sorong nonius I pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ adalah $U_{95} = \pm 59,02 \mu\text{m}$.
 - b. Nilai ketidakpastian bentangan dari alat ukur jangka sorong nonius II pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ adalah $U_{95} = \pm 59,42 \mu\text{m}$.
3. *Standard Operational Procedure* (SOP) kalibrasi jangka sorong nonius dibuat sebagai panduan.

Daftar Pustaka

- [1] Sulaeman, Cecep dan Kusnadi. 2011. Kalibrasi Temperatur Pada PT100 dan Termocouple. *Jurnal Ilmiah Elite Electro Volume 2 Nomor 2 September 2011*.
- [2] Rochim, Taufiq. 2006. Spesifikasi, Metrologi & Kontrol Kualitas Geometrik 2. Bandung: ITB.
- [3] KAN/BSN, 2003. Pedoman Evaluasi dan Pelaporan Ketidakpastian Pengukuran Untuk Laboratorium Kalibrasi. Jakarta.
- [4] Prihartono, Joko dan Subekti, Purwo. 2014. Perencanaan dan Kalibrasi Batang Pelurus Berdasarkan JIS B 7514. *Jurnal Aptek Volume 6 Nomor 2 Juni 2014*.
- [5] *JIS B 7507, 1993 : Vernier, Dial and Digital Callipers*.
- [6] Modul Pelatihan Teknisi Kalibrasi Laboratorium. Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T), Bandung, 2010.
- [7] Çelebioglu, Hassan Emrah. 2005. "Developing a Computer Program for Evaluating Uncertainty of Some Typical Dimensional Measuring and Gauging Devices". *Thesis Master. Middle East Technical University*.
- [8] KAN/BSN. Model Matematis dan Budget ketidakpastian Pengukuran Untuk Laboratorium Kalibrasi. Komite Akreditasi Nasional. Jakarta.